2e Année. — No 1. Janvier - Février - Mars 1952

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE B

ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES

GÉNÉTIQUE - SÉLECTION - ÉCOLOGIE
TECHNIQUES CULTURALES

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
7, rue Keppler – Paris

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-11.
Directeur : R. BRACONNIER

Conseil Supérieur de la Recherche Agronomique

Président ..... M. le Ministre de l'Agriculture.
Vice-Président ..... M. le Professeur LEMOIGNE, membre de l'Institut.

Comité Permanent de la Recherche Agronomique

Président ..... M. le Professeur LEMOIGNE.
Membres ..... MM. les Professeurs Joseph LEFEVRE, TERROINE, GRASSE.
Le Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique.
L'Inspecteur général de la Recherche Agronomique.
Les Directeurs centraux de Recherches.

Rédaction des Annales

Série A. — *Agronomie* : M. BOISCHOT, Directeur de la Station Centrale d'Agronomie générale.

Série B. — *Amélioration des plantes* : M. MAYER, Directeur de la Station Centrale d'Amélioration des Plantes.

Série C. — *Epiphyties* : M. RAUCOURT, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.
M. LIMASSET, Directeur de la Station Centrale de Pathologie végétale et
M. TROUVELOT, Directeur de la Station Centrale de Zoologie agricole.

Série D. — *Zootechnie* : L'Inspecteur général de la Recherche agronomique.

Série E. — *Technologie agricole* : M. FLANZY, Directeur de la Station Centrale de Recherche sur l'Œnologie, la Cidrerie et les Jus de fruits.
M. MOCQUOT, Directeur de la Station Centrale de Microbiologie et de Recherche laitière.

ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION :
7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1952

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
SÉRIE A. — AGRONOMIE			
Abonnement annuel (6 livraisons)	3.000	3.600	600
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	400	450	—
SÉRIE B. — AMÉLIORATION DES PLANTES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	400	450	—
SÉRIE C. — ÉPIPHYTIES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	300	350	—
SÉRIE D. — ZOOTECHNIE			
Abonnement annuel (2 livraisons et un supplément)	1.100	1.300	650
SÉRIE E. — TECHNOLOGIE			
Abonnement annuel (2 livraisons)	1.100	1.300	650

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de **30** fr. en timbres-poste.

Les abonnements sont reçus chez tous les libraires ainsi qu'au siège de l'Institut 7, rue Keppler (régie des publications, C.C.P., PARIS, 9064-43).

ANNALES
DE
L'INSTITUT NATIONAL
DE LA
RECHERCHE AGRONOMIQUE

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
I. N. R. A.
Station d'Angers
BIBLIOTHÈQUE

F

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL

DE LA

RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE B

ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES

GÉNÉTIQUE - SÉLECTION - ÉCOLOGIE
TECHNIQUES CULTURALES

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
7, rue Keppler – Paris

ÉTUDE DE LA VALEUR SYSTÉMATIQUE DE QUELQUES CARACTÈRES OBSERVABLES SUR LE GRAIN ET LES PLANTULES DE BLÉ TENDRE

PAR

J. REBISCHUNG et K. KARSKA

Station Centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes

PLAN DU MÉMOIRE

I. — Introduction.

II. — Caractères observés.

A. — *Sur les grains.*

a) Définition et valeur systématique des caractères.

1° Caractères mesurables.
Rapport largeur maximum du grain/longueur.
Rapport longueur du scutellum/longueur du grain.
Rapport longueur de la brosse/longueur du grain.

2° Caractères qualitatifs.
Position de l'extrémité de la radicule par rapport aux contours du grain.
Forme de l'extrémité de la radicule.
Rapport longueur de la tigelle/longueur de la radicule.

b) Essai de classification des variétés étudiées d'après les caractères du grain.

B. — *Sur les plantules.*

a) Définition et valeur systématique des caractères.

1° Coloration de la coléoptile.
2° Pilosité de la première feuille à sa sortie de la coléoptile.
3° Pilosité des gaines des trois premières feuilles.
4° Port des trois premières feuilles et rapport des longueurs des gaines des première et deuxième feuilles au début du tallage.

b) Essai de classification des variétés étudiés, d'après les caractères des plantules.

C. — *Clé de détermination des variétés observées.*

III. — Conclusion.

IV. — Résumé.

V. — Bibliographie.

I. — INTRODUCTION

La détermination des variétés de blé cultivées s'effectue très aisément, lorsque l'on dispose à la fois des épis et des grains ou de plantes dans le cours de leur végétation. Cependant, la forme « commerciale » du blé est surtout le grain et l'identification d'un lot de semences quelconque, est jusqu'à présent impossible à réaliser immédiatement. Seuls, les caractères de coloration naturelle ou après traitement à l'acide phénique sont actuellement usités couramment. Ces deux critères de distinction diminuent petit à petit de valeur, au fur et à mesure que le nombre des variétés à grains roux, se colorant en noir après traitement, augmente : cette classe étant justement celle dans laquelle rentrent les blés les plus cultivés.

Dès 1948, des travaux furent entrepris à la Station Centrale d'Amélioration des Plantes, ayant pour sujet l'étude des caractères observables sur le grain et les jeunes plantes, de la levée au tallage, et pour but, l'établissement d'une clé de détermination des variétés les plus couramment cultivées, à l'aide de telles observations. La possibilité d'une reconnaissance rapide du degré de pureté d'un lot de semences serait d'un certain intérêt, à la fois pour les sélectionneurs et pour les multiplicateurs.

L'étude qui suit porte sur 46 variétés. Nous envisagerons successivement les résultats des observations effectuées sur les grains, puis sur les plantules. en essayant de préciser, pour chacun d'entre eux quelle est l'importance de la fluctuation et de la variation affectant le caractère étudié. Un bon critère en systématique doit en effet fluctuer le moins possible, mais présenter une amplitude de variation assez étendue et donner lieu, pour différents observateurs, à la même interprétation. Les méthodes de travail utilisées seront décrites à l'occasion de l'étude de chaque caractère.

II. — CARACTÈRES OBSERVÉS

A. — CARACTÈRES DU GRAIN.

En dehors des deux propriétés déjà citées : couleur naturelle, et après traitement à l'acide phénique, deux séries d'autres caractères ont été étudiées : certains mesurables, d'autres simplement qualitatifs. Les premiers se rapportent surtout à l'ensemble du grain, la seconde série, à la plage scutellaire et à l'embryon.

a) Définition et valeur systématique des caractères.

1° Caractères mesurables.

Il est courant de dire : « telle variété a un gros ou un petit grain », mais la taille moyenne d'un grain est essentiellement fluctuante, et influencée par un très grand nombre de facteurs, en dehors du facteur variétal : les dimensions moyennes d'un grain n'ont, considérées d'une manière absolue, qu'une très faible valeur systématique. Par contre, la forme du grain, caractérisée par les rapports de certaines de ses dimensions, a beaucoup plus de chances d'être

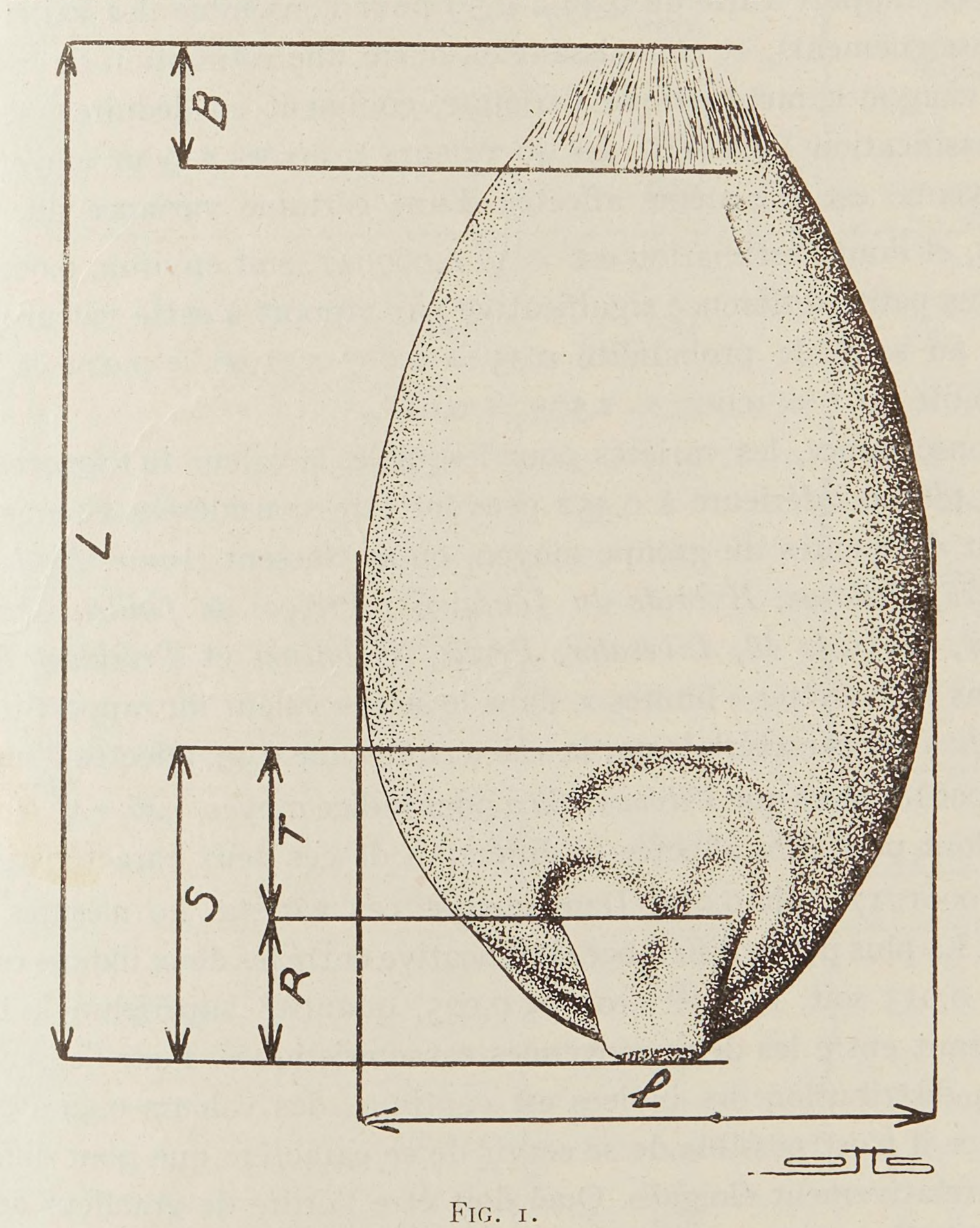


Fig. 1.
Schéma du grain de blé. Caractéristiques mesurées.

peu fluctuante. Nous nous sommes donc servis de telles données, pour essayer de différencier les variétés entre elles. Les rapports suivants ont été utilisés :

Largeur maximum /longueur ;
Longueur de la plage scutellaire /longueur totale ;
Longueur de la brosse /longueur totale du grain.

Pour chacune des 46 variétés étudiées, 20 grains pris au hasard, après battage d'un certain nombre d'épis, ont été mesurés. La moyenne pour chacun des rapports, évaluée en fonction des mesures, a été calculée, ainsi que son écart-type, caractérisant en partie la fluctuation qu'il est possible de rencontrer relativement à la propriété étudiée. Cette fraction de fluctuation est imputable, pour une variété donnée, à l'ordre d'importance de l'épi, sur la plante, et à la place occupée par les différents grains mesurés, sur l'épi. Nous avons également voulu connaître quelles modifications pouvaient provoquer, pour chaque critère de classification, la date de semis, et le lieu de culture. Examinons les résultats obtenus.

α. *Rapport largeur maximum /longueur de grain* (*l* /L).

Étude du caractère : L'ensemble des mesures effectuées montre que la valeur de ce rapport varie de 0,39 à 0,59 pour l'ensemble des variétés. Muni de ces renseignements, et connaissant en outre une estimation de la variance affectant chaque caractéristique variétale, comment en déduire une possibilité de classification ? La série des 46 valeurs trouvées a pour moyenne 0,47. Cette moyenne est elle-même affectée d'une certaine variance due à l'effet « variété », et dont l'estimation est $= \sqrt{0{,}000047}$, soit environ, 0,007.

La plus petite différence significative par rapport à cette valeur moyenne est donc, au seuil de probabilité $0{,}05 = 0{,}007 \times 1{,}96 = 0{,}013$ et au seuil de probabilité $0{,}01 = 0{,}007 \times 2{,}575 = 0{,}018$.

En conséquence, les variétés pour lesquelles la valeur du rapport est supérieure à 0,488 ou inférieure à 0,452 peuvent être considérées comme significativement différentes du groupe moyen, où se classent *Annie*, *Ile-de-France*, *Vilmorin 29*, *Bellevue*, *Hybride du Joncquois*, *Précoce de Juillet*, *Chanteclair*, *Flèche d'or*, *Hybride 40*, *Libérator*, *Pévèle*, *Polonium* et *Président Riverain*. Considérons les variétés « limites », dans le sens « valeur du rapport inférieure à 0,452. *Alma* est caractérisée par la valeur moyenne 0,45, affectée d'une erreur de $\sqrt{0{,}0000618}$, alors que *Vilmorin 29* a pour indice moyen $0{,}46 \pm \sqrt{0{,}0001099}$. L'erreur dont peut être affectée la différence de ces deux caractéristiques est donc $\sqrt{0{,}0001717}$, soit 0,013. Dans chaque cas variétal, 20 mesures ont été effectuées. La plus petite différence significative entre les deux indices est donc : t_0 (38) $\times$ 0,013 soit $1{,}96 \times 0{,}013 = 0{,}025$, quantité supérieure à la différence existant entre les deux moyennes caractéristiques. Pour l'ensemble des variétés la distribution des indices est continue, des valeurs 0,39 à 0,59. En conséquence il n'est possible de se servir de ce caractère que pour différencier des types relativement éloignés. Quel doit être l'ordre de grandeur de l'écart entre deux indices, pour que l'observateur ait quelque chance de ne pas commettre d'erreur grossière ? La variance maxima observée, par variété, affectant l'indice moyen caractéristique est $\sqrt{0{,}000168}$. Une marge de sécurité assez bonne, est fixée par la plus petite valeur représentant une différence significative au seuil 0,01, à partir d'une telle moyenne, soit :

$$2{,}57 \times \sqrt{0{,}000168} = 0{,}034.$$

Nous pouvons donc, à la suite de cette étude, distinguer 3 groupes de variétés dont les indices moyens de forme s'étagent, d'une part de 0,39 à 0,43, d'autre part de 0,43 à 0,50 ; enfin, de 0,50 à 0,59. La répartition des types étudiés, relativement à ce caractère est indiquée dans le tableau ci-dessous.

Rapport largeur maxima /longueur totale du grain

Variétés	Valeur du Rapport *l*/L	Correspondance
Hybride de Bonnance	0,39	Groupe I
Blé des Dômes		
Franc-Nord		
Renfort	0,41	
Vilmorin 23		
Yga		
Hybride de Bersée		
Normandie	0,42	
Terrour		
Vilmorin 27	0,43	
Alsace 22		Groupe II
Côte d'or		
Jade	0,44	
Kirand		
Nord Desprez		
Alma	0,45	
Annie		
Ile de France	0,46	
Vilmorin 29		
Bellevue		
Hybride du Joncquois	0,47	
Précoce de Juillet		
Chanteclair		
Fèche d'or		
Hybride 40		
Libérator	0,48	
Pévèle		
Polonium		
Président Riverain		
Blé du Mesnil		
Pax	0,49	
Petit Quinquin		
Bon Fermier	0,50	
Bretagne		Groupe III
Géfir	0,51	
Paris-Vilmorin		
Blé de l'Yveline		
Hybride de Lobau	0,52	
Hâtif de Wattines	0,53	
Courtal		
Picardie	0,54	
Reims	0,55	
Dr Mazet	0,58	
Soissonnais	0,59	

— Valeur systématique du caractère.

L'utilisation de ce critère est assez délicate, et les possibilités de séparation de grands groupes à l'intérieur de l'ensemble des variétés, réduites. Étudions, en outre, quelle fluctuation provoquent les facteurs « époque de semis » et « provenance ».

Époque de semis. — Pour les 5 variétés *Vilmorin 27* (hiver), *Vilmorin 23* (demi-hiver), *Flèche d'or* (demi-alternatif), *Hybride de Bersée* (alternatif), *Dr Mazet* (très alternatif), des grains ont été récoltés et examinés, provenant de plantes semées à différentes époques, à Versailles. Les valeurs moyennes obtenues, pour les différentes dates de semis ont été comparées entre elles, les grains « témoins » étant ceux qui avaient été récoltés sur des plantes semées à l'automne.

Les résultats obtenus quant à la signification des différences observées sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Variétés	Dates de semis	Nombre de comparaisons effectuées	Nombre de différences significatives
Vilmorin 27	Hiver 19-I	1	1
Vilmorin 23	Hiver 19-I	1	1
Flèche d'or	Hiver 15-III 1-IV	3	0
Hybride de Bersée	Hiver 1-IV	1	1
Dr Mazet	Hiver 1-IV	1	0

Pour 7 comparaisons, 3 cas présentent des différences significatives. Ce fait peut être considéré comme normal en ce qui concerne *Vilmorin 23* et *Vilmorin 27*, variétés qui, sous le climat parisien, même en semis de mi-janvier, sont défavorisées à la maturité. Ceci étant déduit de l'ensemble, le caractère l/L semble peu influencé par la date de semis, dans la mesure où celle-ci reste normale.

Provenance. — Pour les variétés *Hybride de Bersée* et *Hybride 40*, des mesures ont été effectuées sur des lots de contrôle provenant de différentes régions. Le principe des comparaisons étant le même que dans le cas précédent, les résultats observés sont résumés ci-dessous :

Variétés	Nombre de comparaisons effectuées	Nombre de différences significatives
Hybride de Bersée	6	1
Hybride 40	6	4

Il semble cette fois que la valeur systématique du rapport l/L soit sujette à caution. Étant donné que son appréciation est délicate, qu'il ne permet pas de différenciation nette des groupes de variétés, nous ne l'utiliserons que dans les cas où il est le seul indice sur lequel il est possible de baser une distinction entre deux variétés identiques, à tous autres égards.

ρ. — *Rapport des longueurs de la plage scutellaire et du grain* : S/L.

Étude du caractère : à proximité du point d'insertion du grain sur le rachis, se situe l'embryon, séparé de l'albumen, par une sorte de cloison nommée

scutellum. Celui-ci forme une plage légèrement déprimée, dont on a mesuré la longueur de la projection sur un plan horizontal où repose le grain. L'étude de la fluctuation du second indice, désigné par la formule S/L (Rapport des longueurs de la plage scutellaire et du grain), ainsi que de la variabilité de S/L pour la série de variétés observées a été réalisée de la même manière que pour le caractère précédent.

Les conclusions auxquelles cette étude a mené peuvent se résumer ainsi :

— L'importance de la fluctuation observée entre les grains d'une même variété est sensiblement du même ordre de grandeur que dans le cas précédent: (variance maximum d'un indice moyen = 0,000149).

— L'amplitude de variation notée pour l'ensemble des 46 variétés observées est nettement plus faible que pour l/L = les indices extrêmes étant 0,26 et 0,42 et la valeur moyenne de l'ensemble des indices S/L = 0,30 ± 0,0035.

— Statistiquement, il est possible de distinguer 3 groupes de variétés relativement à la valeur de ce rapport :

S/L inférieur à 0,26

S/L compris entre 0,26 et 0,34

S/L supérieur à 0,34.

— Les variétés étudiées se répartissent comme suit, dans ces 3 groupes. (Voir tableau p. 8).

— Valeur systématique.

L'examen du tableau précédent montre qu'il est également assez délicat de se servir des indices S/L pour déterminer des variétés. Pratiquement, seuls *Franc-Nord* et *Vilmorin 23* risquent d'être distingués nettement. Examinons l'influence des deux facteurs déjà étudiés dans le cas de l/L.

Époque de semis. — Les mêmes variétés : *Vilmorin 27* et *Vilmorin 23*, *Flèche d'or*, *Hybride de Bersée* et *Dr Mazet*, représentatives des catégories « Hiver, Demi-hiver, Demi-alternatif, alternatif et Printemps », ont été observées. Sur 7 comparaisons effectuées, une seule permet de mettre en évidence une différence significative entre les valeurs S/L caractéristiques de grains récoltés après semis d'automne et semis alternatif : ceci se produit pour la variété *Vilmorin 23*, qui est « hiver ». La conclusion que l'on peut tirer à la suite de ces observations est la suivante : chaque fois qu'une variété est semée dans des conditions telles qu'elle fructifie normalement, la valeur de l'indice S/L, noté sur les grains qu'elle produit ne fluctue pas sensiblement.

Provenance. — Les mêmes lots d'*Hybride de Bersée* et *Hybride 40* ayant été examinés pour la détermination des valeurs de l'indice, l/L à nouveau utilisés relativement aux valeurs de S/L, montrent que sur 12 comparaisons effectuées, aucune n'indique l'existence d'une différence significative. Il semble donc que, d'une manière absolue, l'indice S/L ait une très bonne valeur systématique. Malheureusement, l'amplitude de variabilité constatée pour l'ensemble des 46 variétés est bien faible, et permet uniquement l'identification, à coup sûr de *Vilmorin 23*.

γ. *Rapport des longueurs de la brosse et du grain* (B/L).

Étude du caractère. — Les caryopses portent, à l'extrémité opposée à l'embryon, une touffe de poils plus ou moins importante, constituant la brosse. La limite d'insertion des poils sur la couche externe des téguments est nette

Variétés	Valeur du rapport S/L correspondant	Groupe
Franc-Nord	0,26	Groupe I
Bon Fermier	0,27	Groupe II
Normandie		
Libérator		
Précoce de Juillet	0,28	
Terroir		
Vilmorin 27		
Annie	0,29	
Bretagne		
Bellevue		
Géfir		
Hybride de Lobau		
Jade		
Marival		
Sillon d'or		
Soissonnais		
Vilmorin 29		
Alma	0,30	
Blé des Dômes		
Blé du Mesnil		
Chanteclair		
Flèche d'or		
Kirand		
Nord Desprez		
Petit Quinquin		
Pévèle		
Picardie		
Renfort		
Hybride 40		
Côte d'or		
Dr Mazet		
Hybride du Joncquois		
Polonium		
Paris-Vilmorin	0,31	
Pax		
Reims		
Hâtif de Wattines		
Alsace 22		
Hybride de Bonnance		
Ile de France		
Hybride de Bersée	0,32	
Yga		
Blé de l'Yveline		
Président Riverain	0,34	
Vilmorin 23	0,42	Groupe III

surtout sur la face dorsale du grain. Nous avons mesuré la distance séparant cette limite d'insertion des poils, et l'extrémité apicale de la touffe qu'ils constituent. Pour plus de commodité nous désignerons par B/L le rapport des longueurs de la brosse et du grain.

Les valeurs limites observées de l'indice B/L sont 0,07 et 0,27. Dans le

cas présent, la variabilité du caractère est assez importante. La valeur moyenne des 46 estimations est $0,14 \pm \sqrt{0,000034}$ ou $0,14 \pm 0,0059$.

L'importance de la fluctuation est relativement élevée (valeur maximum de la variance relative à un indice = 0,0003895), diminuant la précision systématique du caractère.

Trois groupes également peuvent être distingués, parmi les variétés étudiées :

B/L inférieur à 0,09

B/L compris entre 0,09 et 0,19.

B/L supérieur à 0,19.

La répartition des variétés s'effectue de la manière suivante, parmi ces 3 classes.

Variétés	Valeur du rapport B/L correspondant	Groupe
Blé des Dômes	0,07	Groupe I
Jade	0,09	
Kirand	0,10	Groupe II
Renfort		
Alma	0,11	
Bretagne		
Ile de France		
Yga		
Blé du Mesnil	0,12	
Dr Mazet		
Géfir		
Hybride de Bonnance		
Polonium		
Petit Quinquin		
Sillon d'Or		
Hybride de Bersée		
Vilmorin 27		
Chanteclair	0,13	
Flèche d'or		
Pévèle		
Terroir		
Côte d'or	0,14	
Pax		
Précoce de Juillet		
Vilmorin 29		
Bellevue	0,15	
Franc-Nord		
Marival		
Normandie		
Paris		
Reims		
Soissonnais		
Alsace 22	0,16	
Courtal		
Hâtif de Wattines		
Hybride du Joncquois		
Hybride 40		
Vilmorin 23		
Bon Fermier	0,17	
Nord-Desprez	0,18	
Blé de l'Yveline		
Hybride de Lobau	0,22	Groupe III
Président Riverain	0,23	
Picardie	0,25	
Libérator	0,27	

— Valeur systématique.

L'influence des deux facteurs « date de semis et provenance », étudiée sur les mêmes lots que dans les cas précédents, se manifeste comme l'indique le tableau ci-dessous :

Facteur étudié	Nombre de comparaisons effectuées	Nombre de différences significatives
Date de semis	7	2
Provenance	12	4

Les deux cas où les différences observées sont significatives, en ce qui concerne l'étude du facteur « date de semis » se rapportent à *Vilmorin 23* et *Vilmorin 27*, variétés semées à la date limite de leur fructification normale. D'autre part, parmi les lots de contrôle examinés en vue d'étudier l'influence de la provenance, certains d'entre eux ont pu être soumis à des opérations de conditionnement (brossage par exemple), qui ont provoqué l'apparition de différences significatives. On peut donc admettre que la valeur systématique du rapport B /L est assez bonne : parmi les 3 caractéristiques mesurables choisies, c'est elle qui montre la variabilité la plus importante ; sa fluctuation est moyenne à l'intérieur d'un lot de grains d'une variété, à condition que ceux-ci soient récoltés sur des plantes ayant végété dans des conditions normales.

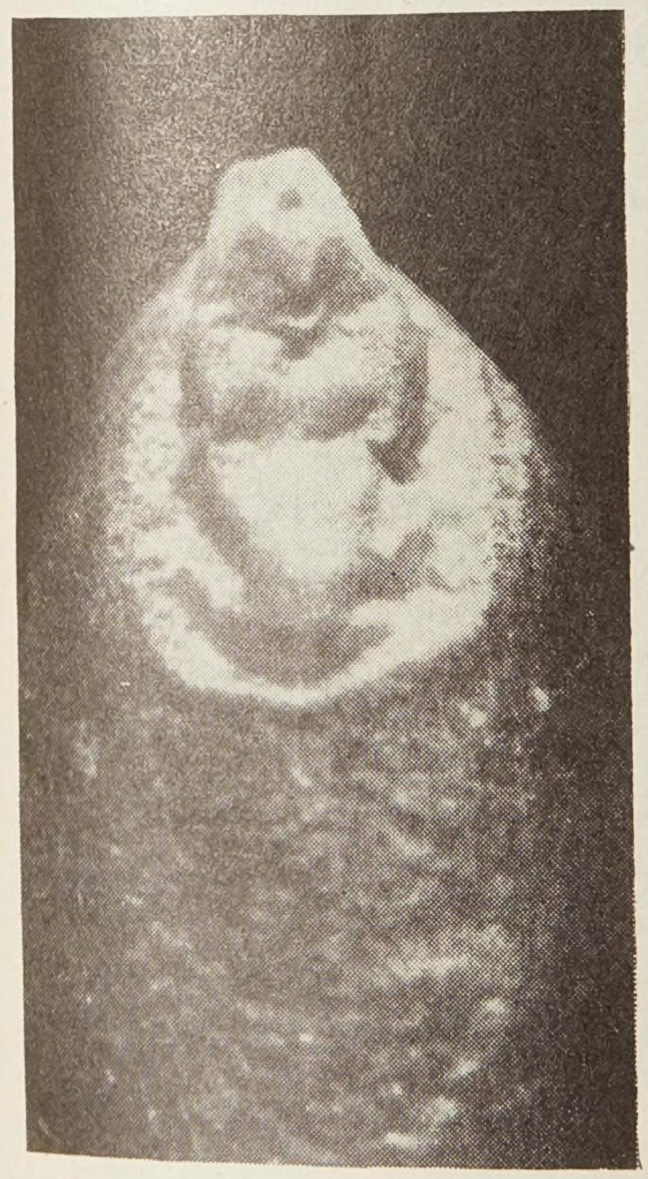
2° Caractères qualitatifs.

Les caractères de cette série, qui ont été observés, sont tous relatifs à la plage scutellaire ou à l'embryon. La méthode d'étude utilisée est différente de la précédente : les caractères qualitatifs ne peuvent se répartir qu'en classes relativement peu nombreuses, et aucune valeur moyenne ne peut être calculée. Chaque variété est caractérisée, cette fois, par la façon dont ses grains peuvent se classer dans les catégories définies au préalable. Après relevé de l'ensemble des répartitions relatives à toutes les variétés à l'étude, il est possible de définir une « répartition moyenne » à laquelle on teste l'ajustement des cas particuliers à l'aide du critérium χ^2. On est ainsi amené à distinguer plusieurs sous-groupes ayant chacun un mode de classification caractéristique, relativement à la propriété observée. Nous étudierons en détail la méthode de travail, sur un exemple.

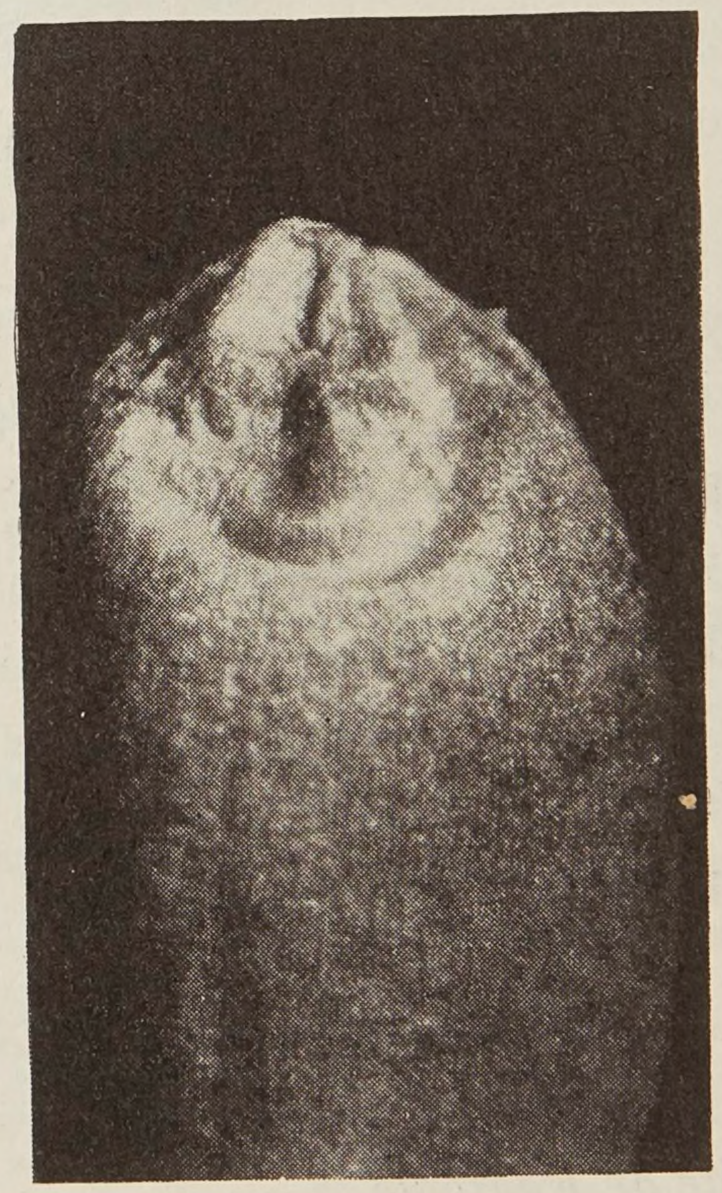
α *Position de l'extrémité de la radicule par rapport aux contours du grain.* — Étude du caractère : lorsque l'on examine dans un lot de grains, la disposition de la pointe des radicules par rapport au contour de la face inférieure de l'albumen, on peut distinguer 3 classes : dans certains cas, la coléorhize dépasse nettement les contours de l'albumen, chez d'autres grains, les deux organes se terminent au même niveau ; enfin, parfois, la pointe de la

radicule se trouve en retrait de la limite du caryopse, (*voir figure*). Tous les grains d'une variété ne figurent pas dans la même classe. Les répartitions observées pour quelques blés étudiés sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

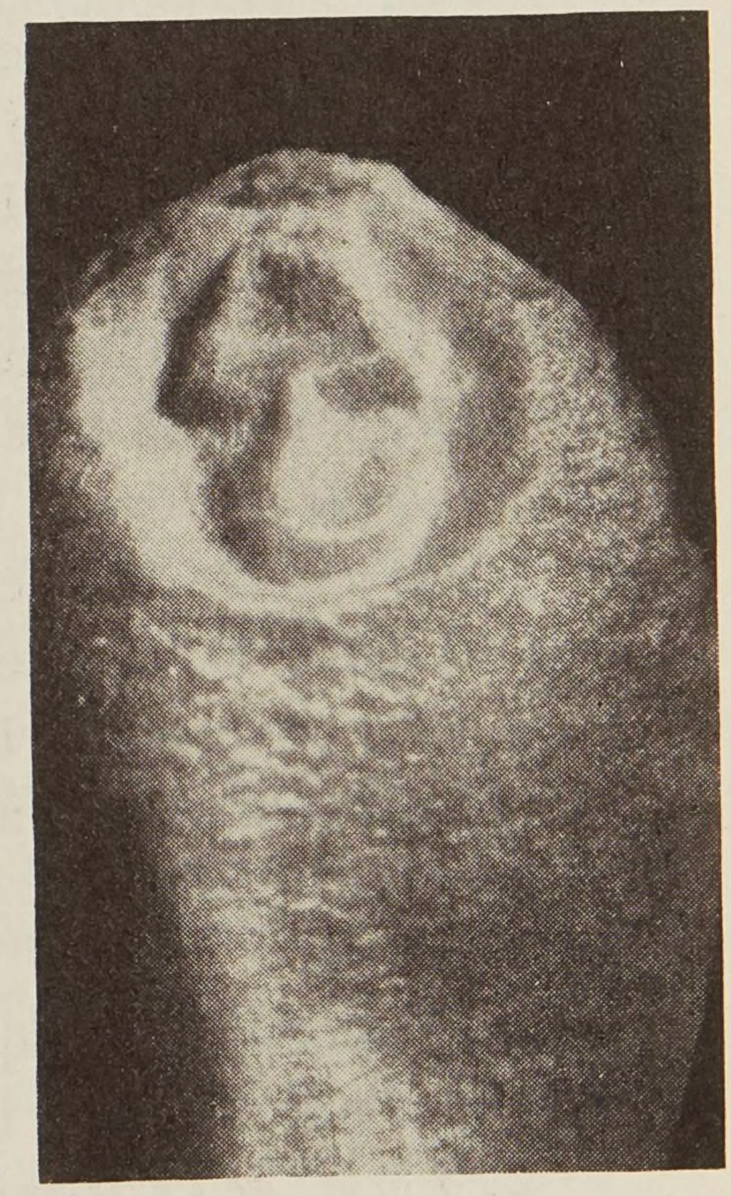
Variété	Radicule dépassant les contours du grain	Radicule et Caryopse se terminant au même niveau	Caryopse dépassant la Radicule
Alma	16	3	1
Blé des Dômes	11	4	5
Bellevue	13	0	7
Chanteclair	14	4	2
Dr Mazet	8	2	10
Franc-Nord	17	2	1
Hybride de Bersée	17	3	0
Hybride 40	15	2	3
Marival	12	6	2
Nord-Desprez	19	0	1
Petit Quinquin	14	1	5
Pax	16	2	2
Reims	12	2	6
Renfort	15	5	0
Vilmorin 27	18	2	0
Libérator	19	1	0
Picardie	12	4	4
Blé de l'Yveline	14	6	0



I. Radicule dépassant les contours du grain.



II. Radicule et caryopse se terminant au même niveau.



III. Caryopse dépassant la Radicule.

Photographies de J. Koller.

La répartition moyenne de toutes les observations faites sur les 46 variétés notées, est du type 15 — 2,85 — 2,15. A l'aide du critérium χ^2, testant la probabilité d'ajustement de la répartition caractéristique de chacune des variétés, aux proportions moyennes, on met en évidence le fait qu'un certain nombre de blés se distinguent de l'ensemble, avec une probabilité de 0,05, grâce à ce caractère.

Leur liste et leurs caractéristiques sont résumées ci-dessous :

Variété	Radicule dépassant les contours du grain	Radicule et Caryopse se terminant au même niveau	Caryopse dépassant la Radicule
Alsace 22	20	0	0
Blé du Mesnil	11	9	0
Bretagne	10	4	6
Bellevue	13	0	7
Dr Mazet	8	2	10
Paris	20	0	0
Précoce de Juillet	10	3	7
Reims	12	2	6
Renfort	15	5	0
Hâtif de Wattines	7	5	8
Président Riverain	13	7	0

Parmi celles-ci, 3 groupes peuvent être séparés, à l'aide de la même méthode statistique :

Dans le groupe I figurent *Alsace 22* et *Paris* avec une répartition moyenne 20 — 0 — 0.

Dans le groupe II se trouvent : *Blé du Mesnil, Bretagne, Bellevue, Précoce de Juillet, Reims, Renfort, Président Riverain*. Ces variétés sont caractérisées par une répartition moyenne du type 12 — 4 — 4 —, sauf *Blé du Mesnil* (11 — 9 — 0), *Bellevue* (13 — 0 — 7), *Président Riverain* (13 — 7 — 0).

Enfin, le groupe III comprend : *Dr Mazet* et *Hâtif de Wattines*, dont les grains se classent suivant la répartition moyenne 7,5 — 3,5 — 9.

— Valeur systématique.

Influence de la date de semis. — Pour les cinq variétés *Dr Mazet, Flèche d'or, Hybride de Bersée, Vilmorin 27* et *Vilmorin 23*, le mode de distribution des grains suivant les 3 classes définies précédemment, ne subit aucune modification significative, quelle que soit l'époque de semis.

— Provenance. — Des lots d'*Hybride de Bersée* et d'*Hybride 40*, provenant de différentes régions, ont été analysés. Pour 16 comparaisons effectuées, aucune d'entre elles n'a pu permettre de mettre en évidence des différences significatives.

La valeur systématique du caractère étudié est donc très bonne, ce dernier ne permet pourtant que de définir 4 classes parmi les variétés observées.

β. *Forme de l'extrémité de Radicule.*

— Étude du caractère : l'extrêmité de la radicule peut être soit tronquée, soit à aspect effilé. L'étude de la fréquence d'apparition de l'une ou l'autre de ces deux alternatives, parmi les grains d'une variété, a été menée de la même manière que dans le cas précédent. La répartition moyenne observée pour l'ensemble des 46 variétés étudiées est du type : 14,5 radicules tronquées contre 5,5 pointues. L'utilisation du test χ^2 permet de mettre en évidence l'existence de trois groupes chez qui le mode de répartition des grains est significativement différent du mode moyen.

Le groupe I est caractérisé par la présence de 19,33 grains à radicule tronquée contre 0,66 à radicule pointue. Il comprend les variétés *Alsace 22, Blé des Dômes, Bretagne, Nord Desprez, Pévèle* et *Renfort*.

Le groupe II, chez qui la répartition est voisine du type moyen, 4,33 — 15,66 est constitué par Dr *Mazet, Hâtif de Wattines, Hybride de Lobau, Libérator, Picardie* et *Vilmorin 23*.

I. Radicule tronquée.

II. Radicule pointue.

Photographies de J. Koller.

Dans le 3e groupe enfin, figurent *Blé de l'Yveline, Côte d'or, Franc-Nord,* et *Hybride de Bonnance*. Les grains de ces variétés se répartissent généralement suivant le type 9,75 — 10,25.

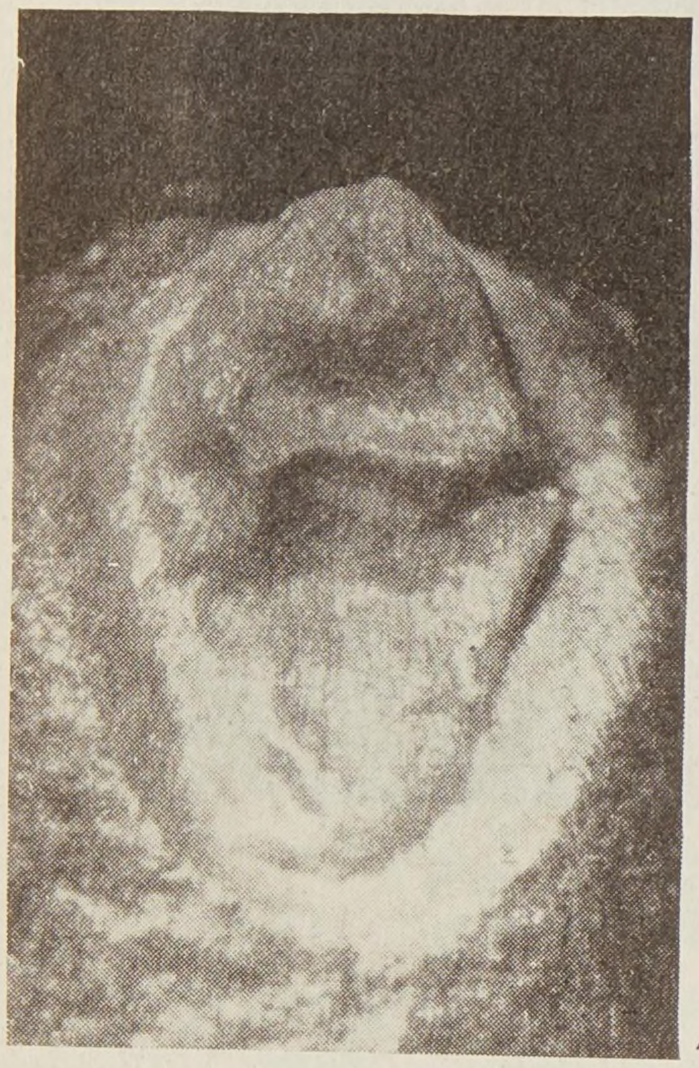
— Valeur systématique : ce caractère, comme le précédent, ne fluctue pas significativement sur les lots étudiés, en fonction et de la date de semis et de la provenance.

γ *Rapport des longueurs de la Tigelle et de la Radicule* (T/R).

— Étude du caractère : la forme et la longueur des deux organes, tigelle et radicule se distinguent assez nettement, en général, à travers les téguments du grain, pour qu'il soit possible d'estimer si l'un d'entre eux est plus grand, égal, ou plus petit que l'autre. Appelons, pour simplifier, le rapport de la longueur des deux parties de la plantule : T/R ; généralement, nous pouvons distinguer trois catégories de grains, parmi ceux qui sont produits par une même variété : chez certains d'entre eux, le rapport T/R est supérieur à 1, chez d'autres, peu différent de l'unité, ou enfin, nettement inférieur à 1. — Les effectifs moyens observés, pour l'ensemble des variétés, relativement à ces 3 classes, sont respectivement proportionnels aux nombres 9,15 — 6,25 et 4,6. En utilisant le critérium χ^2 d'ajustement aux proportions précitées, il est possible de mettre en évidence, parmi les 46 variétés étudiées l'existence de 5 groupes significativement différents entre eux.

Le groupe I comprend 13 variétés : *Annie, Blé des Dômes, Blé du Mesnil, Blé de l'Yveline, Chanteclair, Côte d'or, Ile de France, Nord Desprez, Pévèle, Picardie, Reims, Soissonnais* et *Hâtif de Wattines*, dont les grains se répartissent généralement suivant le mode *9,1 — 6,6 — 4,3*.

Le groupe II comprend également 13 variétés : *Courtal, Hybride de Bersée, Hybride de Bonnance, H. du Joncquois, Jade, Marival, Normandie, Paris, Pax, Terroir, Vilmorin 23, Yga* et *Hybride de Lobau*. Pour celles-ci, le mode de répartition des grains dans les classes T/R supérieur, égal et inférieur à l'unité est voisin respectivement de 18,2 — 1,43 — 0,37.



I. Tigelle supérieure à la Radicule
T/R > 1

II. Tigelle de longueur voisine à celle de la radicule
T/R = 1

III. Tigelle plus courte que la radicule
T/R < 1

Photographies de J. Koller.

Dans le groupe III figurent : *Alsace 22, Bretagne, Bon Fermier, Bellevue, Géfir, Petit Quinquin* et *Président Riverain*, variétés pour lesquelles la répartition moyenne des grains se fait suivant les proportions 2,14 — 13,14 — 4,72.

Alma, Dr Mazet, Hybride 40, Vilmorin 27 et *Vilmorin 29* constituent le groupe IV, chez qui les grains sont en majorité à rapport T/R inférieur à l'unité, se répartissant suivant le mode 0,83 — 4,33 — 14,84.

Le groupe V est constitué par un ensemble de variétés inclassables dans aucune des catégories précédentes ; leurs caractéristiques sont résumées dans le tableau ci-dessous.

— Valeur systématique.

Influence de la date de semis : sur 7 comparaisons effectuées, toujours sur la même gamme de variétés, 4 sont significatives. Il est très important, si l'on utilise ce caractère pour reconnaître des variétés entre elles, de choisir des lots ayant végété dans des conditions normales.

Influence des provenances : seize comparaisons ont été effectuées. Dans

Variétés	Fréquence des classes		
	T/R > 1	T/R # 1	T/R < 1
Renfort	14	6	0
Flèche d'or	9	11	0
Précoce de Juillet	1	19	0
Polonium	4	6	10
Kirand	0	10	10
Sillon d'or	0	11	9

aucun cas, la provenance ne semble avoir une influence sur le mode de répartition des grains parmi les différentes classes, pour une variété donnée.

La valeur systématique du caractère décrit ci-dessus semble être bonne, le nombre de groupes distingués étant assez élevé, et, pour des grains ayant mûri dans des conditions normales, la fluctuation faible.

b. Essai de classification des variétés étudiées d'après les caractères du grain.

Compte-tenu des observations signalées dans le chapitre précédent, et des caractères jusqu'à présent couramment utilisés : couleur naturelle ou après traitement à l'acide phénique, il est possible d'établir une clé de détermination des variétés en utilisant, par ordre d'importance décroissante :

Couleur naturelle du grain = blanc ou roux ;

Couleur du grain après traitement à l'acide phénique = coloré ou non.

Mode de répartition des grains pour le caractère T/R.

Forme de l'extrémité de la radicule.

Mode de distribution des grains pour le caractère « Embryon dépassant ou non les contours du caryopse ».

En dernier lieu, les caractéristiques mesurables, dans l'ordre = valeur des rapports B/L, E/L, *l*/L.

Pratiquement, les 46 variétés étudiées peuvent être distinguées grâce à cet ensemble de caractères, mais il n'est guère possible de déceler la présence d'impuretés dans un lot, qu'en utilisant les deux premiers.

Clé de détermination des variétés à l'aide des caractères du grain (*en appendice*).

B. — CARACTÈRES DES PLANTULES.

Toutes les variétés ont été semées en terrines pendant les 4 années 1946-1948-1949 et 1950, observées jusqu'à la sortie de la 1re feuille, en serre, puis placées ensuite dans les conditions normales de végétation, jusqu'à l'apparition de la talle de première feuille.

Ont été notés les caractères suivants : intensité de coloration de la coléoptile, avant la percée de la première feuille ;

— pilosité de la pointe de la première feuille, lorsque celle-ci a atteint une longueur de 1 cm environ ;

— pilosité des gaines des trois premières feuilles ;

— port des deux premières feuilles au début du tallage ;

— rapport des longueurs des gaines des première et deuxième feuilles à l'apparition de la talle de première feuille.

Les observations effectuées au cours des années successives, et par des personnes différentes, ont été comparées en utilisant le critérium χ^2, pour déterminer la valeur systématique des caractères notés, et la manière la plus sûre de grouper les classes distinguées au début, pour commettre le moins possible d'erreurs.

a) Définition et valeur systématique des caractères notés.
1° Intensité de coloration de la coléoptile.

— Étude du caractère : A leur sortie de terre, les coléoptiles des différentes variétés de blé placées dans des conditions identiques sont plus ou moins intensément colorées par un pigment rose violacé : l'anthocyane. En fait, de manière très générale, chez tous les végétaux, ce pigment apparaît en plus ou moins grande abondance lorsque les conditions de végétation sont défavorables : il est courant d'observer, chez certaines variétés de blé assez résistantes au froid, au cours d'hivers rigoureux, l'apparition de la pigmentation violacée sur les feuilles. A priori, donc, ce caractère est assez fluctuant. Cependant, pour quelques variétés, la présence ou l'absence d'anthocyane dans la coléoptile est constante.

Au cours des 4 années d'observation, trois classes ont été distinguées relativement à ce caractère :

I — coléoptile non colorée

II — coléoptile peu ou moyennement colorée

III — coléoptile très colorée.

Régulièrement, quelques variétés ont toujours été classées de la même manière, quelle que soit l'année d'observation et la personne effectuant la notation : ce sont dans le groupe I : *Annie, Bon Fermier, Hybride de Bonnance, Hybride de Lobau, Président Riverain* et *Soissonnais*.

Dans le groupe III : *Alsace 22*, et *Côte-d'Or*.

En ce qui concerne toutes les autres, les notes oscillent généralement entre I et II.

Valeur systématique. — Mode d'utilisation : si l'on relève le mode de rangement des variétés observées, à l'intérieur des classes I, II et III, en fonction des variables « observateurs et années », on obtient les résultats résumés dans le tableau ci-joint.

Variables		Nombre de variétés classées dans les groupes		
Observateur	Année	I	II	III
A	1946	6	26	3
A	1948	10	31	2
B	1949	19	20	1
B	1950	30	12	2
C	1950	25	13	2

En comparant les distributions notées, à une distribution théorique moyenne, à l'aide du critérium χ^2, on s'aperçoit que, pour un groupement des données en 3 classes, dans 3 cas sur 5, les distributions sont significativement différentes.

Si l'on réunit les effectifs observés dans les classes II et III, et si l'on teste à nouveau les mêmes ajustements, on constate cette fois que dans 4 cas sur 5 la valeur de χ^2 obtenue est supérieure à la valeur limite correspondant à une probabilité de 0,05. Par contre, si l'on groupe les effectifs des classes I et II, les 5 distributions obtenues ne présentent entre elles aucune différence significative. Par conséquent, sauf pour les variétés précédemment citées, les deux seules classes que l'on puisse conserver pratiquement, au point de vue systématique, sont : coléoptile peu ou pas colorée (I, II) et coléoptile très colorée (III) (type *Alsace 22*).

2° Pilosité de la pointe de la première feuille à sa sortie de la coléoptile.

— Étude du caractère : lorsque la première feuille a percé la coléoptile, et atteint environ 1 cm de longueur, on peut à l'aide d'une simple loupe, déterminer si le long des nervures déjà très apparentes, elle porte des rangées de poils. Relativement à ce caractère, trois groupes ont été distingués parmi l'ensemble des variétés à l'étude.

Celles qui appartiennent au groupe I sont glabres, ou très peu velues (quelques poils dispersés sur la face inférieure de la feuille) ; type *Côte-d'Or* ;

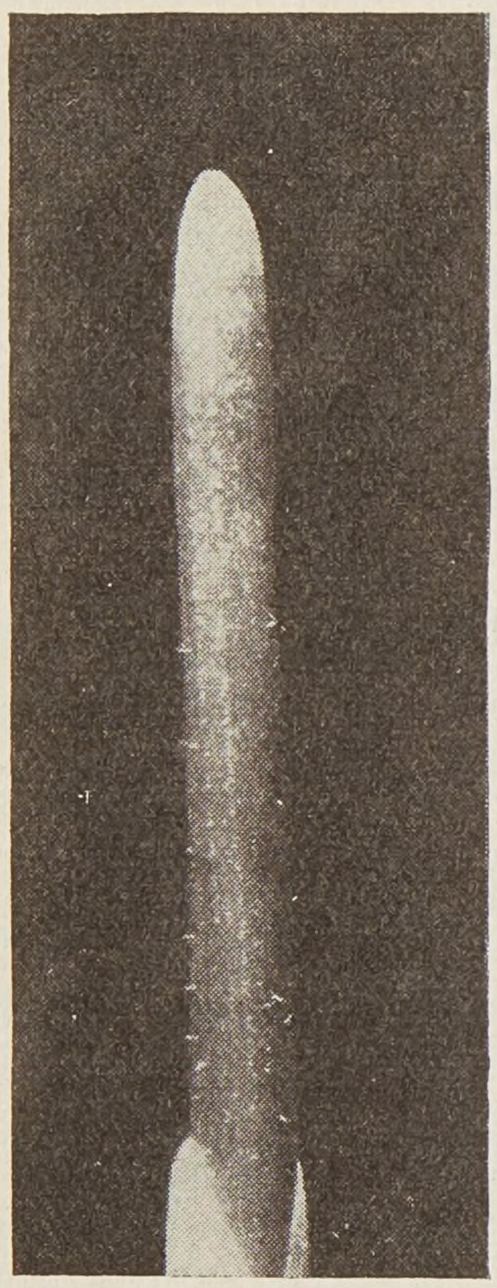
Celles qui se classent dans le groupe II sont nettement velues, la densité des poils étant moyenne (type *Pax Cambier*) ;

Celles qui forment le groupe III sont également velues, la densité des poils étant très forte (type *Vilmorin 29*).

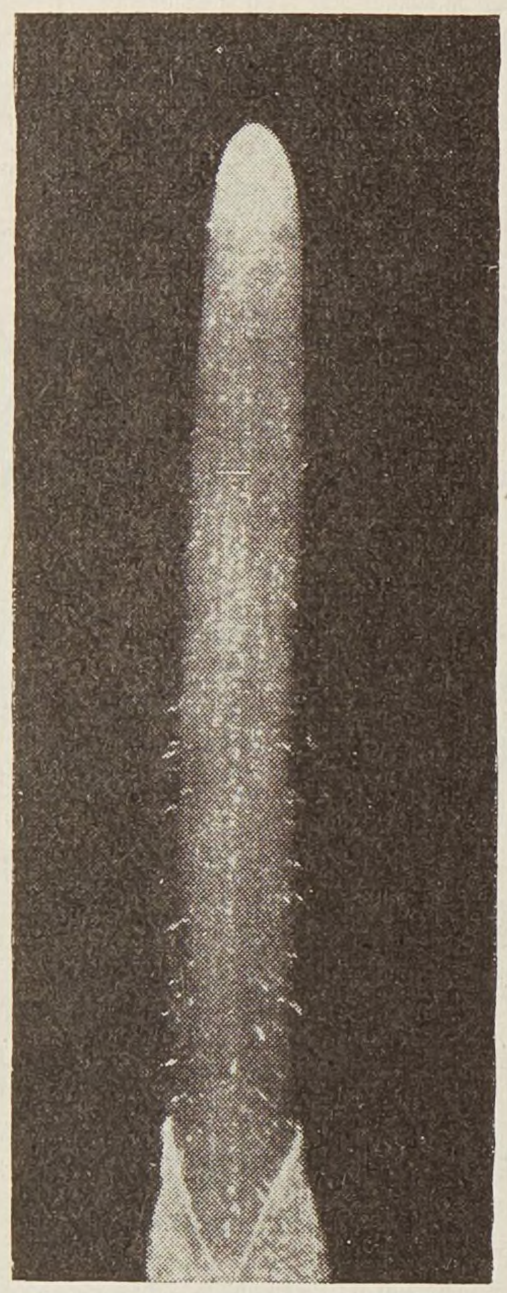
La plus grande partie des variétés étudiées figurent dans la seconde catégorie, sauf : *Bellevue, Côte-d'Or, Géfir, Hybride de Lobau, Hâtif de Wattines,* et *Président Riverain,* ayant toujours été classés dans le groupe I et *Blé du Mesnil, Bretagne, Jade, Picardie, Polonium, Reims, Sillon d'or* et *Vilmorin 29,* notés par tous les observateurs comme appartenant au groupe III.

Valeur systématique. — Mode d'utilisation : l'application de la même mé-

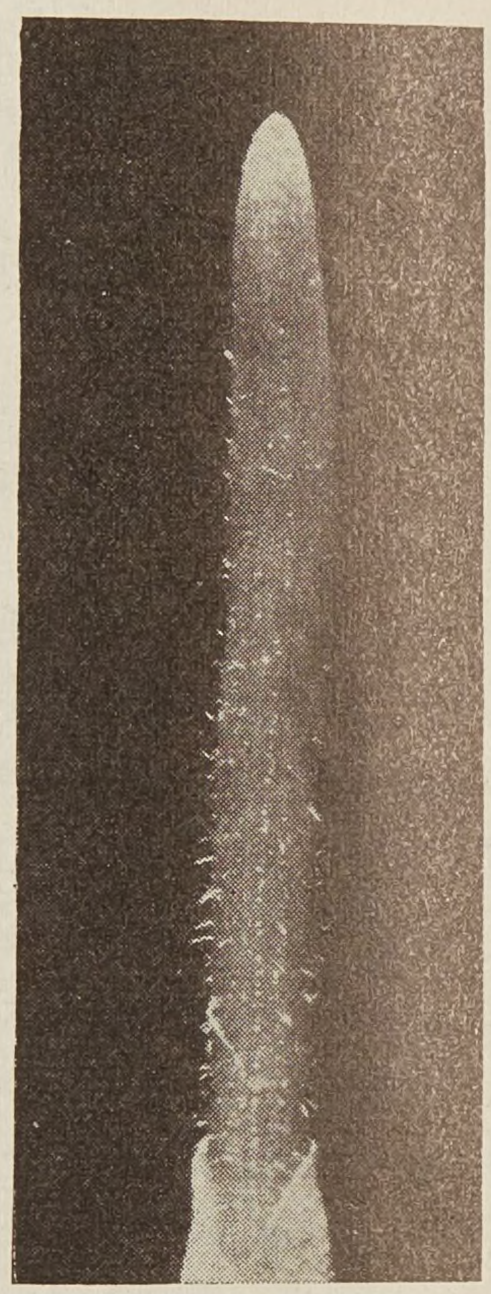
thode statistique, à l'ensemble des relevés faits au cours des 4 années d'étude par les divers observateurs ne permet, en aucun cas, de mettre en évidence l'existence de différences significatives entre les distributions. Il nous est donc possible d'utiliser les trois classes définies précédemment, dans la clé de détermination des variétés.



I. Pilosité du type I.



II. Pilosité du type II.



III. Pilosité du type III.

Types de pilosité de la pointe de première feuille.

Photographies de J. Koller.

3° Pilosité des gaines des trois premières feuilles.

— Étude du caractère : généralement la densité de la pilosité augmente chez une variété donnée au fur et à mesure que le numéro d'ordre de la gaine s'accroît. Comme le signale P. JONARD, dans sa monographie des blés cultivés en France, le maximum d'intensité de cette pilosité est atteint à peu près à partir de la 4e gaine. Il est cependant possible de reconnaître également trois types assez nettement différenciés, si l'on observe la densité des poils situés dans les sillons internervaires des gaines des différentes feuilles. Un résumé des observations effectuées au cours des 4 années d'études de ces caractères est présenté dans le tableau ci-dessous. Les types I, II et III, correspondent, comme dans le cas précédent, à des degrés de pilosité nul ou presque nul, moyen et fort.

Le fait que deux caractéristiques figurent pour la même gaine d'une variété, indique qu'au cours des observations des personnes différentes lui ont attribué l'une et l'autre note.

Variétés	Pilosité de la gaine de la 1re feuille	Pilosité de la gaine de la 2e feuille	Pilosité de la gaine de la 3e feuille
Alma	I	I	I-II
Alsace 22	I	I	I
Annie	II	II	II-III
Bellevue	I-II	I-II	II
Blé des Dômes	I	I	I-II
Blé du Mesnil	I	I	I
Blé de l'Yveline	II	II	II-III
Bon Fermier	I	I	I
Bretagne	I	I	I
Chanteclair	II	II-III	III
Courtal	I	I	I
Côte d'or	I	I	I
Dr Mazet	III	III	III
Flèche d'or	I	I-II	II
Franc-Nord	II	II	III
Géfir	I-II	I-II	I-II
Hybride de Bersée	II-III	II-III	III
Hybride de Bonnance	I	I	I
Hybride de Lobau	I	I	I-II
Hâtif de Wattines	I	I	I
Hybride du Joncquois	III	III	III
Hybride 40	I	I	I
Ile de France	I	I	I
Jade	II	II	II-III
Kirand	II	III	III
Libérator	I	I	I
Marival	II-III	II-III	II-III
Normandie	II	II	II
Nord Desprez	I-II	III	III
Paris	I	I	II-III
Pax	I	I	III
Petit Quinquin	I	I	I-II
Pévèle	I	I	I
Picardie	I	I-II	I-II
Polonium	I	I	I
Précoce de Juillet	I	I	I
Président Riverain	I	I	I
Reims	II	II-III	III
Renfort	I	II	II
Sillon d'or	II	II	II-III
Soissonnais	I-II	I-II	I-II
Terroir	I-II	II	II
Vilmorin 23	I	I	I
Vilmorin 27	I-II	II	II
Vilmorin 29	II-III	II-III	II-III
Yga	I-II	I-II	II-III

Valeur systématique. — Mode d'utilisation : malgré la remarque précédente, l'analyse et la comparaison des résultats indiqués par les divers observateurs, au cours des années 1946-1948-1949 et 1950 ne permettent pas, pour l'ensemble des variétés, de mettre en évidence des différences significatives, quant à la manière dont elles se répartissent dans les trois catégories définies au début. Nous conserverons donc, dans la clé de détermination, ces trois groupes de pilosité, désignés de la manière suivante :

I — glabre à peu velu
II — velu
III — très velu.

4° Port des deux feuilles et rapport des longueurs des gaines des première et deuxième feuilles, au début du tallage.

— Port des deux premières feuilles au début du tallage.

Il existe des différences très nettes, entre les variétés, en ce qui concerne ces caractères, au moment où la talle de première feuille apparaît. Les plantes ont, à ce stade, une silhouette typique, dont les principaux types sont schématisés dans les figures 1 à 9. Généralement, la seconde feuille est plus dressée que la première. Quatre classes de port ont été distinguées pour chacune d'entre elles :

Étalée, Demi-étalée, Demi-dressée, ou Dressée, ce qui implique que les variétés peuvent se répartir en 10 groupes, dont certains seulement sont représentés.

Variétés à première et deuxième feuilles étalées : *Alsace 22, Blé des Dômes, Paris Vilmorin, Polonium.*

Première feuille étalée, deuxième feuille demi-étalée : *Annie, Hybride de Bersée, Hybride de Bonnance, Hybride de Lobau, Normandie, Précoce de Juillet, Président Riverain, Reims, Renfort, Soissonnais.*

Première feuille étalée. Deuxième feuille demi-dressée : *Courtal, Dr Mazet.*

Aucune variété ne figure dans la classe : première feuille étalée, deuxième feuille dressée.

Première et deuxième feuilles demi-étalées : *Hybride 40, Libérator, Yga.*

Première feuille demi-étalée, deuxième feuille demi-dressée : *Alma, Bellevue, Blé du Mesnil, Bretagne, Chanteclair, Flèche d'or, Géfir, Jade, Marival, Pax, Pévèle, Picardie, Vilmorin 23, Vilmorin 29.*

Première feuille demi-étalée, deuxième feuille dressée : *Franc-Nord, Ile-de-France.*

Première et deuxième feuilles demi-dressées : *Blé de l'Yveline, Bon Fermier, Hybride du Joncquois, Terroir.*

Première feuille demi-dressée, deuxième feuille dressée : *Kirand, Nord Desprez, Petit Quinquin, Sillon d'or, Vilmorin 27.*

Première et deuxième feuilles dressées : *Côte-d'Or.*

— Rapport des longueurs des gaines des seconde et première feuilles.

Lorsque les plantules se sont développées dans des conditions normales, de nettes différences apparaissent au début du tallage, entre la longueur des gaines des première et deuxième feuilles. Trois cas ont été distingués, suivant que la valeur du rapport Longueur de la 2e gaine /Longueur de la 1re gaine est nettement inférieur à 1 (Groupe I), peu différent de l'unité (groupe II), nettement supérieur à 1 (groupe III). La majorité des variétés se classent dans le groupe I, quelques-unes dans la seconde catégorie : *Bellevue, Blé du Mesnil Bretagne, Côte-d'Or, Géfir, Normandie, Paris, Précoce de Juillet, Renfort, Soissonnais, Vilmorin 23* et *Yga,* alors qu'une seule figure dans le groupe III : *Franc-Nord.*

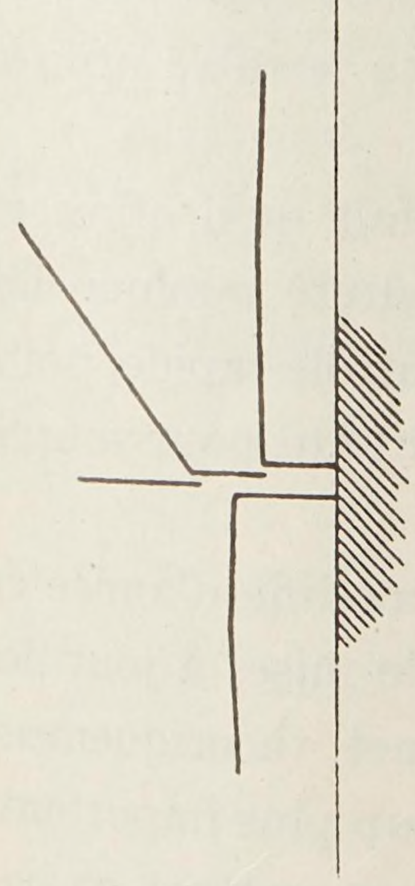


FIG. 1. — 1re et 2e feuilles étalées.

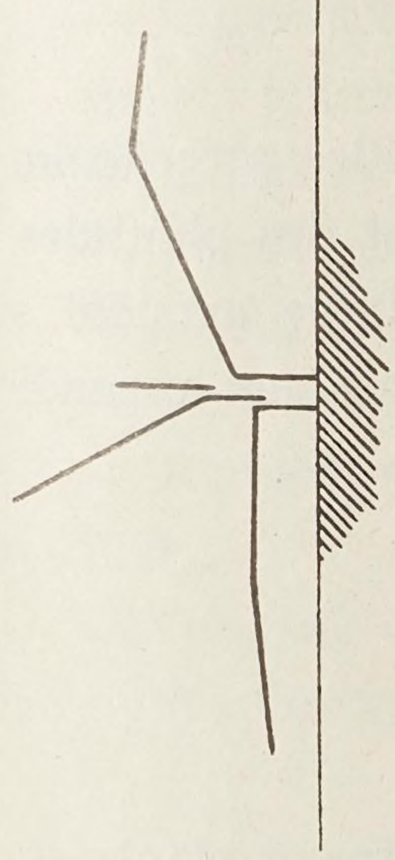


FIG. 2. — 1re feuille étalée. 2e feuille 1/2 étalée.

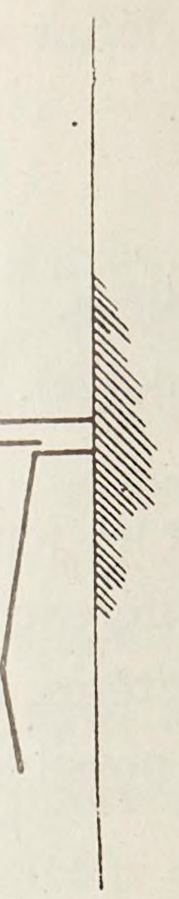


FIG. 3. — 1re feuille étalée. 2e feuille 1/2 dressée.

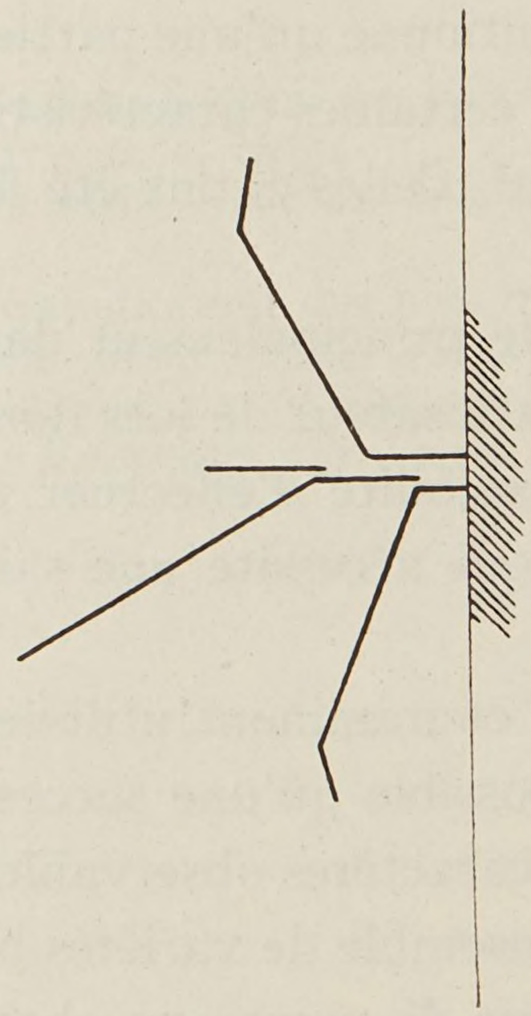


FIG. 4. — 1re et 2e feuilles 1/2 étalée.

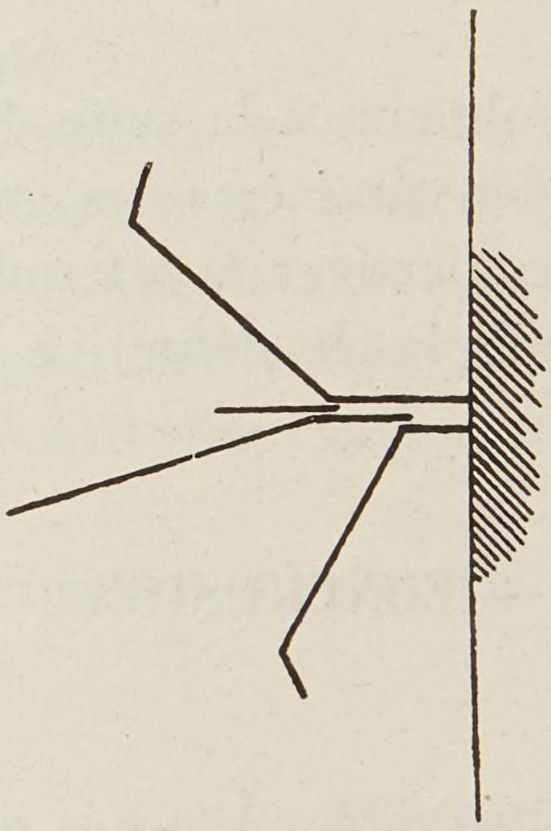


FIG. 5. — 1re feuille 1/2 étalée. 2e feuille 1/2 dressée.

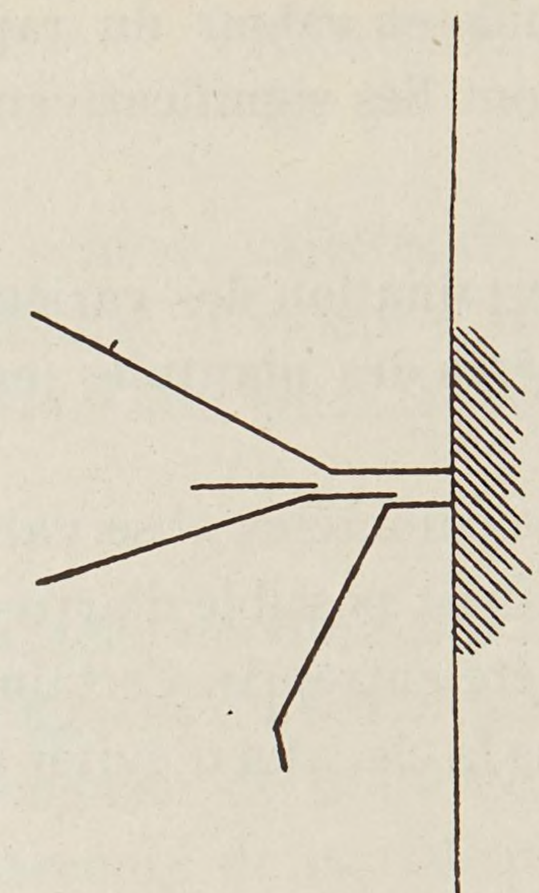


FIG. 6. — 1re feuille 1/2 étalée. 2e feuille dressée.

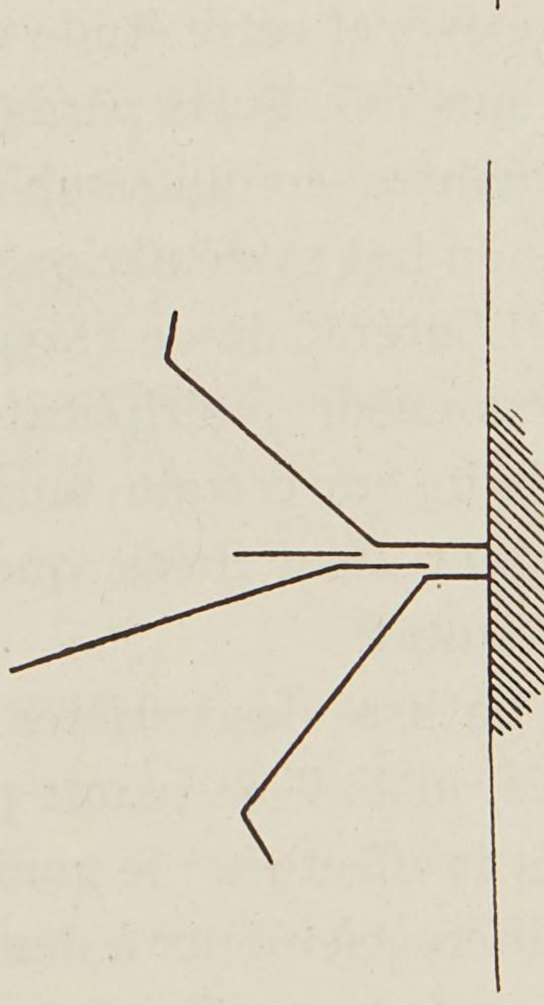


FIG. 7. — 1re et 2e feuilles 1/2 dressées.

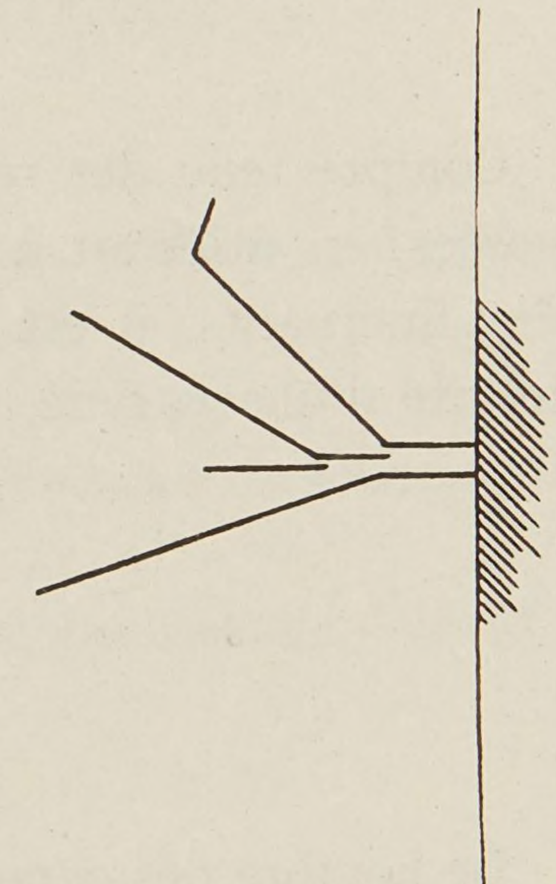


FIG. 8. — 1re feuille 1/2 dressée. 2e feuille dressée.

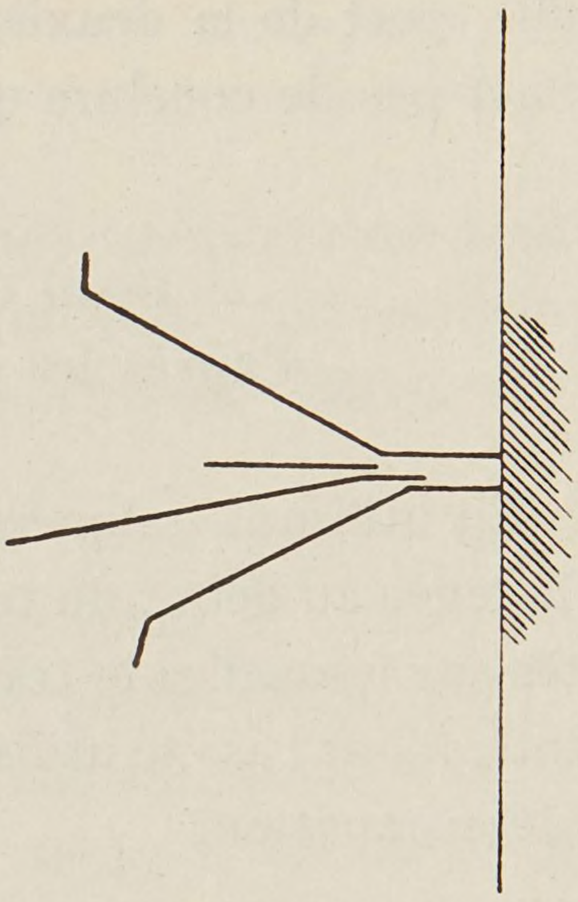


FIG. 9. — 1re et 2e feuilles dressées.

L'étude des relations existant entre les caractères : port de la première feuille, port de la deuxième feuille et valeur du rapport défini ci-dessus, ne permet pas de conclure qu'ils sont liés significativement.

b) **Essai de détermination des variétés étudiées, d'après les caractères des plantules** (en appendice).

En utilisant uniquement les caractères observables sur les jeunes plantes, de la levée au début du tallage, il est possible d'arriver à différencier les 46 variétés sur lesquelles le travail a été entrepris. Certains caractères, les plus fluctuants, n'ont pas été utilisés dans la clé, afin d'éviter le plus possible des erreurs de détermination.

C. — CLÉ DE DÉTERMINATION DES VARIÉTÉS OBSERVÉES.

Compte tenu des résultats obtenus à la suite des études précédemment exposées, en utilisant à la fois les caractères des grains et des plantules les moins fluctuants, il est possible d'arriver à déterminer d'une manière sûre l'identité d'une variété, à l'aide de la clé définitive ci-jointe (en appendice).

III. — CONCLUSION

Le nombre des caractères observables à la fois sur grains et plantules est très élevé, et cette étude n'en mentionne qu'une partie. Comme nous l'avons vu au cours des divers paragraphes, certaines caractéristiques sont apparues assez fluctuantes, ce qui semble normal. Celles-ci ont été le moins possible utilisées dans un but systématique.

L'intérêt de ce travail réside principalement dans le fait qu'il offre aux sélectionneur, multiplicateur et utilisateur de lots dont la pureté minima doit atteindre un certain taux, la possibilité d'effectuer un contrôle rapide, pratiquement aussi précis que celui qui nécessite une saison entière pour fournir un résultat.

La liste des variétés le plus couramment utilisées, se modifie d'année en année, mais il ne paraît pas impossible qu'une succession de mises à jour des clés soit effectuée : le nombre de caractères observables permet, théoriquement de différencier deux à deux, un ensemble de variétés beaucoup plus important, sans compter qu'il est possible que de nouveaux observateurs mettent en évidence la valeur systématique d'autres indices qui jusqu'à présent sont passés inaperçus.

RÉSUMÉ

L'observation d'une série de variétés de blé tendre couramment cultivées en France, a permis d'étudier la valeur systématique de caractères notés sur les grains et sur les jeunes plantes entre la levée et le début du tallage.

Ont été notés :

Sur les grains :

— Rapport de la largeur maxima à la longueur totale ;

— Rapport de la longueur du scutellum à la longueur totale ;

— Rapport de la longueur de la brosse à la longueur totale ;

— Position de l'extrémité de la radicule par rapport aux contours du grain ;

— Forme de l'extrémité de la radicule ;

— Rapport de la longueur de la tigelle à celle de la radicule.

Sur les jeunes plantes :

— Intensité de coloration de la coléoptile ;

— Pilosité de la pointe de la première feuille à sa sortie de la coléoptile ;

— Pilosité des gaines des trois premières feuilles ;

— Port des deux premières feuilles au début du tallage ;

— Rapport de la longueur des gaines des deux premières feuilles au début du tallage.

Des clés de détermination ont pu être établies, permettant l'identification rapide des variétés.

BIBLIOGRAPHIE

FRIEDBERG (L.). — Essai de classification des blés d'après leur réaction à l'acide phénique. *Annales agronomiques*, 697-736, 5, 1933.

JONARD (P.). — Essai de classification des blés tendres cultivés en France. *Imprimerie Nationale*, 1936.

JONARD (P.). — Essai de classification des blés tendres cultivés en France. (A paraître).

PERCIVAL (J.). — The wheat Plant. *Duckworth and C°*, 1921.

VOSS (J.). — Die Unterscheidung der Weizensorten am Korn und im Laboratoriumsversuch. *Mitt. aus der Biol. Reichsanst. für Land. und Forstw.*, 51, 1935.

CLÉ DE DÉTERMINATION DES VARIÉTÉS DE BLÉ A L'AIDE DES CARACTÈRES DU GRAIN

I. — *Grain blanc*

GRAINS RÉPARTIS SUIVANT LA DISTRIBUTION MOYENNE POUR LE CARACTÈRE T/R

Majorité des grains à embryon non tronqué (Radicule) ..... *Picardie*

Majorité des grains à radicule tronquée à son extrémité (Répartition 14,5-5,5). Rapport l/L très supérieur à la moyenne .. *Soissonnais*

GRAINS RÉPARTIS SUIVANT UNE DISTRIBUTION DU TYPE 18-1,5-0,5.

Majorité des embryons à radicule tronquée ..... *Paris*

II. — *Grain roux*

GRAINS NON COLORÉS A L'ACIDE PHÉNIQUE.

Tous les embryons dépassent les contours du grain ..... *Alsace 22*

Répartition moyenne des grains pour le caractère « embryon dépassant les contours du grain » (15 — 2,85 — 2,15).

Majorité des grains à tigelle = Radicule (Groupe III) ..... *Bellevue*

Majorité des grains à tigelle inférieure à la Radicule (Groupe IV) ..... *Hybride 40*

GRAINS COLORÉS A L'ACIDE PHÉNIQUE.

Répartition des grains pour le caractère T/R (Groupe I) : 9,1 — 6,6 — 4,3.

Majorité des grains à embryon non tronqué.

Répartition des grains pour le caractère « Embryon dépassant les contours du grain » du type 7,5 — 3,5 — 9.... *Hâtif de Wattines*

Répartition des grains pour le caractère « Embryon dépassant les contours du grain » du type moyen. Brosse longue. *Liberator*

Grains répartis suivant la distribution normale (14,5 — 5,5), pour le caractère « forme de la radicule ».

Répartition des grains pour le caractère « Embryon dépassant les contours du grain » du type moyen 15 — 2,85 — 2,15 ..... *Annie*, *Chanteclair*, *Ile de France*

Grains répartis, pour ce caractère, suivant les proportions 12 — 4 — 4.

Grain court, large (l/L supérieur à la moyenne)..... *Reims*

Grain moyen (l/L moyen) ..... *Blé du Mesnil*

Majorité des grains à radicule tronquée (répartition 19,33 — 0,66).

Grain étroit (l/L inférieur à la moyenne), brosse courte (B/L inférieur à la moyenne ..... *Blé des Dômes*

Grain moyen. Brosse moyenne ..... *Nord*, *Pévèle*

Grains à radicule tronquée ou pointue, en proportions à peu près identiques (Répartition 9,75 — 10,25).

Grain à rapport l/L supérieur à la moyenne ..... *Blé de l'Yveline*

Grain de dimensions moyennes ..... *Côte d'Or*

Répartition des grains pour le caractère T/R Groupe II. (Majorité des grains à tigelle supérieure à la Radicule).

Grains à radicule pointue (Majorité) 4,33 — 15,66.	
Brosse longue, grain à rapport l/L supérieur à la moyenne	*Hybride de Lobau*
Brosse moyenne, embryon de dimension supérieure à la moyenne, grain à rapport l/L inférieur à la moyenne	*Vilmorin 23*
Grains à radicule tronquée-pointue à égalité (Groupe III) 9,75 — 10,25.	
Grain à rapport l/L inférieur à la moyenne	*Hybride de Bonnance*
Grains répartis suivant la distribution moyenne, pour le caractère forme de la radicule (14,5 — 5,5).	
Brosse courte. (B/L inférieur à la moyenne)	*Jade*
Brosse moyenne.	
Grain court (l/L supérieur à la moyenne)	*Courtal*
Grain moyen (l/L peu différent de la moyenne)	*Hybride du Joncquois* *Marival* *Pax*
Grain à rapport l/L inférieur à la moyenne	*Hybride de Bersée* *Normandie* *Terroir* *Yga*
Répartition des grains pour le caractère T/R Groupe III (Majorité des grains à tigelle = Radicule).	
Majorité des grains à radicule tronquée (19,33 — 0,66). Rapport l/L supérieur à la moyenne	*Bretagne*
Grains se répartissant suivant la distribution normale en types à radicule tronquée ou pointue.	
Répartition des grains pour le caractère « embryon dépassant les contours du grain » du type II (12 — 4,3 — 3,7).	*Président Riverain*
Répartition normale des grains pour ce caractère (Type 15 — 2,85 — 2,15).	
Grain court. Rapport l/L supérieur à la moyenne	*Gefir*
Grain moyen	*Bon Fermier* *Petit Quinquin*
Radicule = Répartition des grains pour ce caractère, du type III (Égalité des types tronqués-pointus-9,75 — 10,25)	*Franc-Nord*
Répartition des grains pour le caractère T/R : Groupe IV (Majorité des grains à tigelle inférieure à la Radicule).	
Radicule en majorité Pointue	*Docteur Mazet*
Radicule : répartition des grains pour ce caractère du type moyen.	
Grain dont le rapport l/L est inférieur à la moyenne	*Vilmorin 27*
Grain moyen	*Alma* *Vilmorin 29*
Répartition des grains pour le caractère T/R, spéciale.	
Majorité des radicules tronquées (19 — 1). Embryon dépassant les contours du grain 15 — 5 — 0 — T/R 14 — 6 — 0	*Renfort*
Forme des radicules : répartition moyenne. Répartition spéciale pour le caractère Embryon dépassant le grain T/R 1 — 19 — 0	*Précoce de Juillet*
Tous les autres caractères : distribution moyenne	
T/R 9 — 11 — 0	*Flèche d'Or*
T/R 0 — 10 — 10	*Kirand*
T/R 4 — 6 — 10	*Polonium*
T/R 0 — 11 — 9	*Sillon d'Or*

CLÉ DE DÉTERMINATION DES VARIÉTÉS DE BLÉ A L'AIDE DES CARACTÈRES DES PLANTULES

1. Première feuille Etalée ou 1/2 Etalée.

A. DEUXIÈME FEUILLE 1/2 ÉTALÉE OU ÉTALÉE.

Gaine de la 2e feuille à peu près aussi longue que celle de la 1re feuille.
- Pointe de la 1re feuille à sa sortie de la coléoptile glabre ou peu velue.
  - Coléoptile incolore. Gaine de la 1re feuille peu ou pas velue. ..... *Soisonnais*
  - Coléoptile colorée. Gaine de la 1re feuille velue. ..... *Normandie*
  - Coléoptile très colorée. Gaine des 1re, 2e et 3e feuilles glabre ou peu velue. ..... *Alsace 22*
- Pointe de la 1re feuille à sa sortie de la coléoptile velue ou très velue.
  - Gaine de la 1re feuille glabre ou peu velue.
    - Gaine des 2e et 3e feuilles glabre ou peu velue ..... *Précoce de Juillet*
    - Gaine des 2e et 3e feuilles velue ou très velue. Pointe de la 1re feuille très velue, à sa sortie de la coléoptile. ..... *Paris*
  - Gaine de la 1re feuille velue à très velue, ainsi que celle des 2e et 3e feuilles :
    - *P_1 du type III ..... *Hybride de Bersée*
    - P_1 du type II ..... *Renfort*

Gaine de la 2e feuille nettement plus courte que celle de la 1re feuille.
- Coléoptile non colorée.
  - Pointe de la 1re feuille glabre à peu velue, à sa sortie de la coléoptile
    - Gaine de la 3e feuille glabre à peu velue ..... *Président Riverain*
    - Gaine de la 3e feuille velue ..... *Hybride de Lobau*
  - Pointe de la 1re feuille velue à très velue à sa sortie de la coléoptile.
    - Gaine de la 1re, 2e et 3e feuilles glabre à peu velue ..... *Hybride de Bonnance*
    - Gaine des 1re, 2e et 3e feuilles velue à très velue ..... *Annie*
- Coléoptile colorée.
  - Pointe de la 1re feuille glabre à peu velue. Gaine des 1re, 2e et 3e feuilles glabre à peu velue ..... *Hâtif de Wattines*
  - Pointe de la 1re feuille velue. Gaine des 1re, 2e et 3e feuilles glabre à peu velue ..... *Hybride 40.* / *Libérator*
  - Pointe de la 1re feuille très velue. Gaine des 1re, 2e et 3e feuilles glabre à peu velue ..... *Blé des Dômes* / *Polonium*

B. DEUXIÈME FEUILLE 1/2 DRESSÉE OU DRESSÉE.

Deuxième feuille Dressée.

- Gaine de la 2e feuille plus longe ou égale à celle de la 1re. Pointe de la feuille, gaine des 1re, 2e et 3e feuilles velue ..... *Franc-Nord*
- Gaine de la 2e feuille à peu près égale à celle de la 1re.
  - Gaine des 1re, 2e et 3e feuilles glabre à peu velue ..... *Ile de France*
  - Gaine des 1re, 2e et 3e feuilles velue à très velue ..... *Marival*

Deuxième feuille 1/2 Dressée.

Gaine de la 2e feuile à peu près égale à celle de la 1re.

Pointe de la 1re feuille glabre à peu velue. Gaine de la 1re feuille glabre à peu velue. Gaine des 2e et 3e feuilles velue.. ..... *Bellevue*

Pointe de la 1re feuille velue à très velue.

Gaine des 1re et 2e feuilles glabre à peu velue. Gaine de la 3e feuille très peu velue..... *Blé du Mesnil*, *Bretagne*

Gaine de la 3e feuille velue ..... *Yga*

Gaine des 1re, 2e et 3e feuilles velue..... *Vilmorin 29*

Gaine de la 2e feuille nettement inférieure à celle de la 1re.

Pointe de la 1re feuille glabre à peu velue. Gaine des 1re, 2e et 3e feuilles velue ..... *Courtal*, *Docteur Mazet*, *Flèche d'Or*

Pointe de la 1re feuille velue à très velue.

Gaine des 1re, 2e et 3e feuilles glabre à peu velue..... *Alma*, *Pévèle*

Gaine des 1re, 2e et 3e feuilles velue. P_1 du type II..... *Chanteclair*

P_1 du type III ..... *Reims*

II. Première feuille 1/2 Dressée.

A. GAINE DE LA 2e FEUILLE A PEU PRÈS ÉGALE A CELLE DE LA 1re.

Pointe de la 1re feuille glabre à peu velue. Gaine de la 1re feuille glabre à peu velue ..... *Gefir*

Gaine de la 1re feuille velue ..... *Terroir*

Pointe de la 1re feuille velue à très velue. Gaine des 1re, 2e et 3e feuilles glabre à peu velue ..... *Petit Quinquin*, *Vilmorin 23*

Gaine des 1re, 2e et 3e feuilles velue à très velue ..... *Jade*

B. GAINE DE LA 2e FEUILLE NETTEMENT INFÉRIEURE A CELLE DE LA 1re.

Coléoptile incolore. Gaine des 1re, 2e et 3e feuilles glabre à peu velue..... *Bon Fermier.*

Coléoptile colorée. Gaine de la 1re feuille glabre à peu velue. Gaine de la 2e feuille glabre à peu velue ..... *Pax*

Gaine de la 2e feuille velue:

P_1 du type II ..... *Nord*, *Vilmorin 27*

P_1 du type III ..... *Picardie*

Gaine de la 1re feuille velue. Pointe de la 1re feuille velue (type II)..... *Blé de l'Yveline*

Pointe de la 1re feuille très velue (type III) ..... *Hybride du Joncquois*, *Kirand*, *Sillon d'Or*

III. Première feuille Dressée. Coléoptile très colorée. Pointe de la 1re feuille, Gaine des 1re, 2e et 3e feuilles glabres à peu velues. Gaine de la 2e feuille à peu près égale à celle de la 1re ..... *Côte d'Or*

*L'abréviation P_1 désigne la Pointe de la première feuille à sa sortie de la coléoptile.

CLÉ DE DÉTERMINATION DES VARIÉTÉS DE BLÉ A L'AIDE DES CARACTÈRES DU GRAIN ET DES PLANTULES

Grain blanc

MAJORITÉ DES GRAINS A RADICULE TRONQUÉE. Première feuille Étalée ou 1/2 Étalée : Gaine de la 2e feuille égale à celle de la 1re, au stade 3 feuilles Pointe de la1re feuille glabre à peu velue. Coléoptile incolore ..... *Soissonnais*

Pointe de la 1re feuille velue à très velue. Coléoptile colorée..... *Paris*

MAJORITÉ DES GRAINS A RADICULE NON TRONQUÉE. Première feuille 1/2 Dressée.

Gaine de la 2e feuille nettement plus courte que celle de la 1re. Pointe de la 1re feuille velue à très velue..... *Picardie*

Grain roux

GRAIN NON COLORÉ A L'ACIDE PHÉNIQUE.

Tous les Embryons dépassant les contours du grain. Gaine de la 2e feuille égale à celle de la 1re. Coléoptile très colorée..... *Alsace 22*

Répartition moyenne des grains pour le caractère : Embryon dépassant ou non les contours du grain (15-2, 85-2, 15)

Gaine de la 2e feuille égale à celle de la 1re. Pointe de la 1re feuille glabre à peu velue ..... *Bellevue*

Gaine de la 2e feuille nettement inférieure à celle de la 1re.

Pointe de la 1re feuille velue à très velue ..... *Hybride 40*

GRAIN COLORÉ A L'ACIDE PHÉNIQUE.

Pointe de la 1re feuille glabre à peu velue.

Gaine de la 2e feuille égale à celle de la 1re.

1re Feuille Étalée ou 1/2 Étalée ..... *Normandie*

1re Feuille 1/2 Dressée.

Gaine de la 1re feuille glabre à peu velue. Grains en majorité à tigelle égale à la radicule ..... *Gefir*

Gaine de la 1re feuille velue à très velue. Grains en majorité à tigelle supérieure à la radicule ..... *Terroir*

1re feuille Dressée. Coléoptile très colorée. Gaine de la 1re feuille glabre à peu velue..... *Côte-d'Or*

Gaine de la 2e feuille nettement inférieure à celle de la 1re.

Coléoptile non colorée. 1re et 2e feuilles 1/2 Étalées.

Majorité des grains à radicule tronquée. Grains en majorité à tigelle égale à la radicule ..... *Président Riverain*

Majorité des grains à radicule non tronquée, Grains en majorité on à tigelle supérieure à la Radicule *Hybride de Lobau*

Coléoptile colorée. 1re feuille 1/2 Étalée ou Étalée. 2e feuille 1/2 Dressée ou Dressée.
Majorité des grains à radicule non tronquée.
Répartition moyenne des grains pour le rapport T/R (9,1 — 6,6 — 4,3) ..... *Hâtif de Wattines*
Majorité des grains à tigelle inférieure à la radicule ..... *Docteur Mazet*
Majorité des grains à radicule tronquée (Répartition moyenne).
Majorité des grains à tigelle supérieure à la radicule ..... *Courtal*
Répartition des grains pour le caractère T/R du type 9-11-0 ..... *Flèche d'Or*

Pointe de la 1re feuille velue à très velue.
Coléoptile non colorée,
1re et 2e feuilles 1/2 Étalées ou Étalées.
Gaine des 3 premières feuilles glabre à peu velue ..... *Hybride de Bonnance*
Gaine des 3 premières feuilles velue à très velue ..... *Annie*
1re et 2e feuilles 1/2 Dressées.
Gaine des 3 premières feuilles glabre à peu velue ..... *Bon Fermier*

Coléoptile colorée.
Gaine de la 2e feuille égale à celle de la 1re.
1re feuille 1/2 Étalée à Étalée.
2e feuille 1/2 Étalée à Étalée.
Gaine de la 1re feuille glabre à peu velue ..... *Précoce de Juillet*
Gaine de la 1re feuille velue à très velue.
Majorité des graines à Embryon dépassant les contours. Grain à rapport l/L inférieur à la moyenne ..... *Hybride de Bersée*
Répartition normale des grains pour le caractère de l'Embryon. Grain moyen *Renfort*

2e feuille 1/2 Dressée.
Gaine de la 1re feuille glabre à peu velue.
Répartition des grains pour le rapport T/R normale.
Répartition normale des grains pour le caractère Embryon dépassant les contours ..... *Ile-de-France*
Répartition du type 12-4-4 pour le caractère Embryon dépassant les contours du grain..... *Blé du Mesnil*
Majorité des grains à tigelle supérieure à la radicule ..... *Yga*
Nombre de grains à tigelle égale à la radicule, en majorité..... *Bretagne*
Gaine de la 1re feuille velue à très velue.
Majorité des grains à tigelle supérieure à la radicule ..... *Marival*
Majorité des grains à tigelle et radicule égales ..... *Franc-Nord*
Majorité des grains à tigelle inférieure à la radicule ..... *Vilmorin 29*

1re feuille 1/2 Dressée.
- Gaine des 1re, 2e et 3e feuilles velue à très velue ..... *Jade*
- Gaine des 1re, 2e et 3e feuilles glabre à peu velue.
  - Majorité des grains à tigelle supérieure à la radicule.
    - Rapport l/L inférieur à la moyenne ..... *Vilmorin 23*
  - Majorité des grains à tigelle égale à la radicule.
    - Rapport l/L moyen ..... *Petit Quinquin*

Gaine de la 2e feuille nettement inférieure à celle de la 1re.

1re feuille 1/2 Étalée ou Étalée.
- 2e feuille 1/2 Étalée ou Étalée.
  - Majorité des grains à radicule non tronquée. Brosse longue ..... *Libérator*
  - Majorité des grains à radicule tronquée.
    - Brosse très courte. Distribution pour le rapport T/R, moyenne ..... *Blé des Dômes*
    - Brosse moyenne. Distribution du type 4-6-10 pour le rapport T/R ..... *Polonium*
- 2e feuille 1/2 Dressée.
  - Gaine des 3 premières feuilles glabre à peu velue.
    - Répartition des grains pour le rapport T/R moyenne. Majorité des radicules tronquées ..... *Pévèle*
    - Majorité des grains à tigelle inférieure à la radicule ..... *Alma*
  - Gaine des 3 premières feuilles velue à très velue.
    - Grain court. Répartition pour le caractère Embryon dépassant les contours du grain 12-4-4 ..... *Reims*
    - Grain moyen. Répartition normale des grains pour le caractère Embryon dépassant les contours ..... *Chanteclair*

1re feuille 1/2 Dressée.
- Gaine de la 1re feuille glabre à peu velue.
  - Majorité des grains à radicule tronquée. Distribution des grains pour le rapport T/R du type moyen ..... *Nord*
  - Distribution moyenne des grains pour le caractère forme de la radicule.
    - Majorité des grains à tigelle supérieure à la radicule ..... *Pax*
    - Majorité des grains à tigelle inférieure à la radicule. Grain étroit : 1/L inférieur à la moyenne ..... *Vilmorin 27*
- Gaine de la 1re feuille velue à très velue.
  - Distribution des grains pour le caractère T/R du type moyen. Grain à radicule tronquée ou non, en quantité égale. l/L supérieur à la moyenne ..... *Blé de l'Yveline*
  - Majorité des grains à tigelle supérieure à la radicule et à radicule tronquée ..... *Hybride du Joncquiso*
  - Répartition des grains pour le caractère T/R du type 0-10-10 ..... *Kirand*, *Sillon d'Or*

ÉVOLUTION DE LA TIGE ET DE L'ÉPI CHEZ LA VARIÉTÉ DE BLÉ *VILMORIN 27* AU COURS DE LA PÉRIODE DE REPRODUCTION

PAR

P. JONARD, J. KOLLER et A. VINCENT

Station Centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes.

PLAN DU MÉMOIRE

I. — **Introduction.**

II. — **Matériel et méthode de travail.**

III. — **Semis normaux d'automne**

Formation de l'épi et de la tige.
Élongation de l'épi et de la tige.

IV. — **Semis effectués au-delà de la date normale de semis pour** *Vilmorin 27* :

Formation et élongation de l'épi.
Formation et élongation de la tige.

V. — **Conclusions.**

VI. — **Références bibliographiques.**

I. — INTRODUCTION

La plante de blé, depuis la germination jusqu'à la levée, passe par une série d'états auxquels correspondent des modifications plus ou moins importantes du métabolisme général. Ces états sont souvent caractérisés par un aspect morphologique particulier du végétal. Cependant, entre le moment où un changement interne se produit et le moment où il s'extériorise, il peut s'écouler un intervalle de temps plus ou moins long. Avec certains repères morphologiques utilisés actuellement, un phénomène ne peut souvent être perçu extérieurement qu'avec un retard variable suivant l'année ou la date de semis.

Ce décalage risque d'être une source d'erreur dans l'interprétation de l'action du milieu sur le développement de la plante. Il apparaît donc utile de déterminer des stades perceptibles, se situant aussi près que possible du moment où une modification quelconque intervient dans le cycle végétatif.

Pour cela, il est nécessaire de faire appel à un organe de la plante, constituant un paramètre présentant des valeurs assez constantes dans le temps et dans l'espace. L'épi, par l'analyse de ses stades particuliers, semble constituer l'instrument de mesure le meilleur pour jalonner la vie de la plante d'une manière fidèle.

Au cours de cette étude, nous serons amenés à utiliser fréquemment les termes « croissance » et « développement ». Ceux-ci ont, maintenant, une signification biologique bien définie. D'après R. O. WHYTE, la croissance est une augmentation de taille sans modifications qualitatives profondes des organes. Le développement, au contraire, comporte une série de changements qualitatifs internes (apparents ou non) aboutissant finalement à la production du fruit. Cette distinction entraîne, d'après l'auteur, une discrimination entre l'*âge réel* exprimé en fonction de la date de semis, et l'*âge physiologique*, c'est-à-dire le stade où se trouve la plante. Par exemple, pour un semis du 20 octobre 1948 et pour la variété *Vilmorin 27*, l'âge réel, au 2 avril 1949, est de 164 jours. A cette date la montée était constatée et indiquait donc un âge physiologique déterminé. Si nous prenons l'âge réel de 164 jours et que nous l'appliquions à un autre semis (15 octobre 1947) nous constatons qu'il ne correspond plus à la montée, mais lui est postérieur de 16 jours. De même pour deux semis effectués la même année, mais à des dates très différentes, on observe une non concordance entre les deux âges.

A la lumière de ces diverses notions, il est possible de scinder le cycle végétatif du blé en plusieurs parties dont chacune est déterminée par un changement du métabolisme. On peut ainsi distinguer trois grandes périodes de « développement », se subdivisant en phases de « croissance ».

Le terme « phase » que nous employons ici n'a pas le même sens que dans le vocabulaire de certains physiologistes. Il indique seulement une durée de croissance, comprise entre deux limites particulières, sans préjuger des conditions de milieu qui l'auraient induite.

Les divisions qui sont habituellement adoptées sont les suivantes :

1° La *période végétative*, allant du semis à la montée, comprenant les phases de croissance : *germination-levée, levée-tallage, tallage-montée* ;

2° La *période reproductrice*, au cours de laquelle se forment les gamètes, qui englobe deux phases : *montée-épiaison, épiaison-floraison* ;

3° La *période de maturation*, allant de la floraison à la maturité et pour laquelle on peut distinguer : une phase de formation de l'embryon et du grain, une phase d'accumulation des réserves et une phase de dessiccation.

Chaque période englobe donc un ensemble de processus physiologiques de croissance qui évoluent plus ou moins rapidement vers un moment où une

variation du métabolisme intervient et amorce la période suivante. Par exemple, à la fin de la période végétative, on assiste à un arrêt du tallage et, à partir de ce moment, on constate que la tige commence à s'allonger pendant que l'épi se différencie ; c'est le début de la période de reproduction, concrétisée *a posteriori* par la montée.

Chaque période ou chaque phase est délimitée par son début et le début de la période ou de la phase suivante. Chacun d'eux est caractérisé par un aspect morphologique particulier du végétal, facile à percevoir extérieurement, mais ne coïncidant pas toujours avec le déclenchement du phénomène déterminant le changement morphologique.

Cette absence de coïncidence, ou de relation étroite, entre l'aspect extérieur et la réalisation de la modification interne, a incité de nombreux auteurs à rechercher des repères plus précis. Certains ont accordé une attention plus spéciale à l'évolution de l'épi, en vue de jalonner le cycle végétatif de « relais » aussi fidèles que possible. Parmi eux, KIESSELBACH et SPRAGUE, en 1926, étudient les modifications subies par le point végétatif (growing-point) au moment de la réalisation de la période reproductrice. Ils suivent ensuite la croissance de l'épi jusqu'à la floraison. Ces auteurs ne donnent pas de repères très précis, mais font un certain nombre d'observations intéressantes. Ils signalent en particulier l'influence du milieu sur le rythme de croissance de l'épi et de la tige. Ils indiquent, en outre, que le nombre d'épillets comptés sur l'épi adulte est déjà déterminé plus d'un mois avant l'épiaison.

MAC KINNEY et SANDO, en 1935, au cours d'une étude sur l'influence de la lumière dans le phénomène de la croissance chez le blé, ont pratiqué plus de cinq cents micro-dissections de plantes. Ils ont vu que la différenciation des ébauches de l'épi correspondait à l'apparition des entre-nœuds, ces deux processus étant relativement en coïncidence. D'autre part, ces auteurs ont observé que l'élongation rapide de la tige débute lorsque les ébauches florales deviennent évidentes.

Miss PURVIS, en 1934, analysant l'influence de la température sur le cycle évolutif de l'épi, a étudié plus particulièrement les premières manifestations de la période reproductrice. L'étude portait sur les modifications structurales du sommet végétatif et sur les analogies botaniques que présentent les ébauches de l'épi.

Ces différents auteurs n'avaient pas comme objectif l'étude systématique de l'évolution de l'épi, mais cherchaient surtout à déterminer d'une façon précise l'âge physiologique de la plante pour en déduire l'influence des conditions du milieu sur le rythme végétatif.

C'est BONNETT, en 1936, qui donne une des meilleures descriptions de la formation de l'épi. Il distingue, comme les auteurs précédents, deux périodes, l'une végétative, l'autre reproductrice. Le début de celle-ci est indiqué par l'apparition d'un double sillon, déjà signalé par d'autres auteurs, qui marque le début de la spécialisation du sommet végétatif. Les observations de BONNETT

confirment celles de KIESSELBACH et SPRAGUE relatives à la différenciation des ébauches florales qui a lieu en premier vers le tiers moyen de l'épi. En partant de ce lieu, la différenciation est basipète et acropète. L'épillet terminal se forme en dernier, ainsi que les épillets de la base de l'épi.

En partant des observations générales données par les auteurs cités précédemment, nous avons pensé qu'il serait intéressant d'étudier la formation de l'épi, afin de préciser les âges physiologiques particuliers, faciles à observer après dissection de la plante. Ces stades, une fois définis, pourraient être ensuite utilisés pour faciliter l'interprétation de l'action du milieu sur la plante de blé.

II. — MATÉRIEL ET MÉTHODE DE TRAVAIL

Les observations ont été faites sur la variété *Vilmorin 27* qui appartient à la catégorie des blés « hiver », dont la limite de semis, compatible avec une croissance relativement normale sous le climat parisien, se situe aux environs du 20 février.

La densité de semis était de 250 plantes au mètre carré. Les parcelles utilisées (7 m × 5 m) étaient suffisamment grandes pour permettre des prélèvements nombreux. Ceux-ci étaient faits au hasard, sur toute la surface de la parcelle.

Les notations ont été réalisées pendant 4 ans, de 1948 à 1951. Au cours de ces 4 années, les cultures précédant celle du blé ont été variables : pommes de terre en 1947, vesce en 1948, lin en 1949 et maïs-grain en 1950. Chaque année, plusieurs semis ont été effectués aux dates suivantes :

En 1948 : 15 octobre 1947, 13 novembre 1947, 23 décembre 1947.

En 1949 : 20 octobre et 19 novembre 1948.

En 1950 : 31 octobre et 1er décembre 1949, 23 février, 17 avril, 2 mai 1950.

En 1951 : 24 octobre 1950, 12 mars, 5 avril, 20 avril, 4 mai 1951.

Les observations étaient faites sur des prélèvements d'échantillons effectués tous les trois ou quatre jours. Chacun d'eux était composé de 20 à 30 plantes sur lesquelles étaient notés : le nombre de feuilles, la longueur de l'épi et de la tige, ainsi que l'aspect morphologique de ces deux organes. Pour mesurer facilement la longueur de la tige et afin d'obtenir une valeur suffisamment exacte, celle-ci était coupée longitudinalement suivant un plan passant approximativement par son milieu, tout en respectant l'épi. La longueur de la tige était mesurée depuis le plateau de tallage jusqu'à la base de l'épi. Toutes les observations ont porté sur la tige principale.

Dans l'exposé des résultats nous étudierons en premier lieu l'évolution de l'épi et de la tige pour des conditions normales de végétation d'un blé du type « hiver », c'est-à-dire pour des semis réalisés d'octobre à décembre. Ensuite nous verrons quelles sont les modifications apportées au rythme normal par

des semis tardifs allant jusqu'au mois de mai. Nous distinguerons deux cas dans l'évolution : la formation des organes et ensuite leur croissance.

III. — SEMIS NORMAUX D'AUTOMNE

Formation de la tige et de l'épi

Depuis le semis jusqu'à la fin de l'hiver, le blé accomplit sa période végétative. La réalisation et la durée des diverses phases qui la composent dépendent en grande partie de la température.

Dans le tableau I, nous donnons la date du début de chaque phase, ainsi que leur durée en jours.

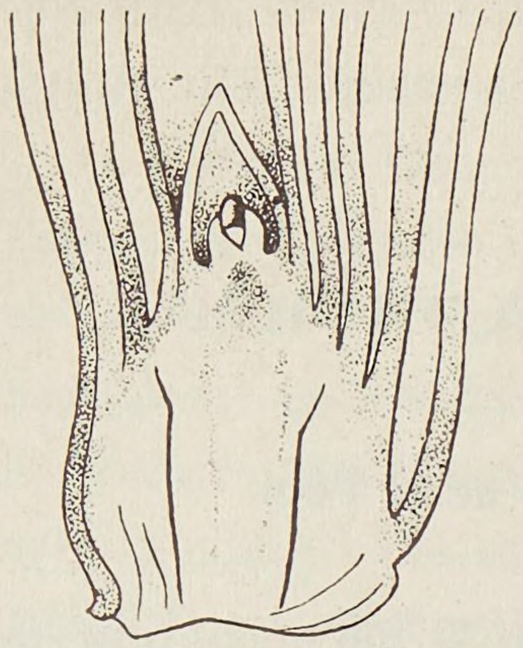
TABLEAU I. — *Période végétative. Réalisation et durée des diverses phases.*

Dates de semis	Phase : semis-levée		Phase : levée-tallage		Phase : tallage-montée		Age réel à la montée [1] (en jours)
	Date du début de la levée	Durée (en jours)	Date du début du tallage	Durée (en jours)	Date du début de la montée	Durée (en jours)	
15/10/47	25 oct.	10	19 déc.	55	12 mars	84	149
13/11/47	24 nov.	11	8 févr.	76	1er avr.	53	140
20/10/48	2 nov.	13	6 déc.	34	2 avr.	117	164
19/11/48	13 déc.	24	26 févr.	75	10 avr.	43	142
31/10/49	21 nov.	21	14 janv.	59	1er avr.	77	157
1er/12/49	27 déc.	26	24 févr.	59	11 avr.	46	131
24/10/50	13 nov.	20	25 janv.	73	16 avr.	81	174

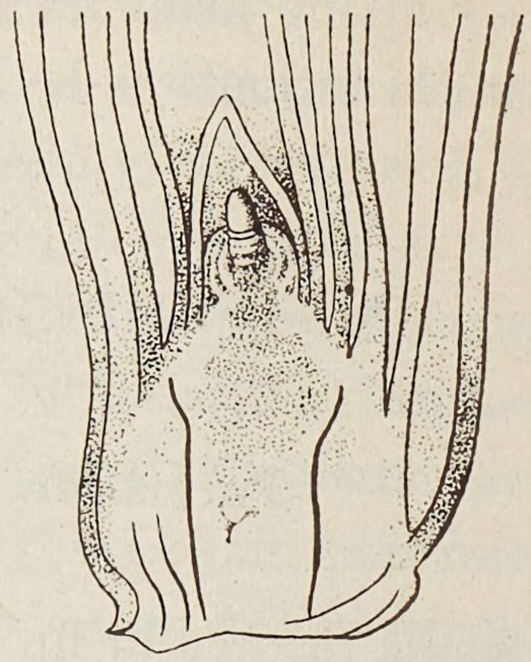
[1] La montée a été notée d'après la méthode préconisée par H. GESLIN, c'est-à-dire lorsque le sommet de l'épi est à 1 cm du plateau de tallage.

Pendant toute cette période, les feuilles et les talles naissent et se développent. Le nombre de feuilles formées ou en voie de formation varie avec la date de semis. Pour des semis allant de mi-octobre à fin novembre, on peut compter de 8 à 10 feuilles, les dernières encore au stade d'ébauche à la fin de la période végétative. Au moment du changement de développement, la 7e ou la 8e feuille recouvre le sommet végétatif et les ébauches de 3 ou 2 autres feuilles sont alors bien visibles.

A la fin de la période végétative, la hauteur du plateau de tallage constitué par l'empilement de 3 à 4 entre-nœuds non distincts, est de 3 à 4 mm chez la variété *Vilmorin 27*. Au sommet du plateau de tallage, on distingue une partie globuleuse nettement séparée, d'environ 0,3 mm, qui constitue le sommet végétatif. En dessous de celui-ci se situe une zone de tissus méristématiques, d'une longueur de 0,5 mm et souvent colorée en vert ou vert jaunâtre suivant la profondeur du semis (fig. 1 *a*).



a



b

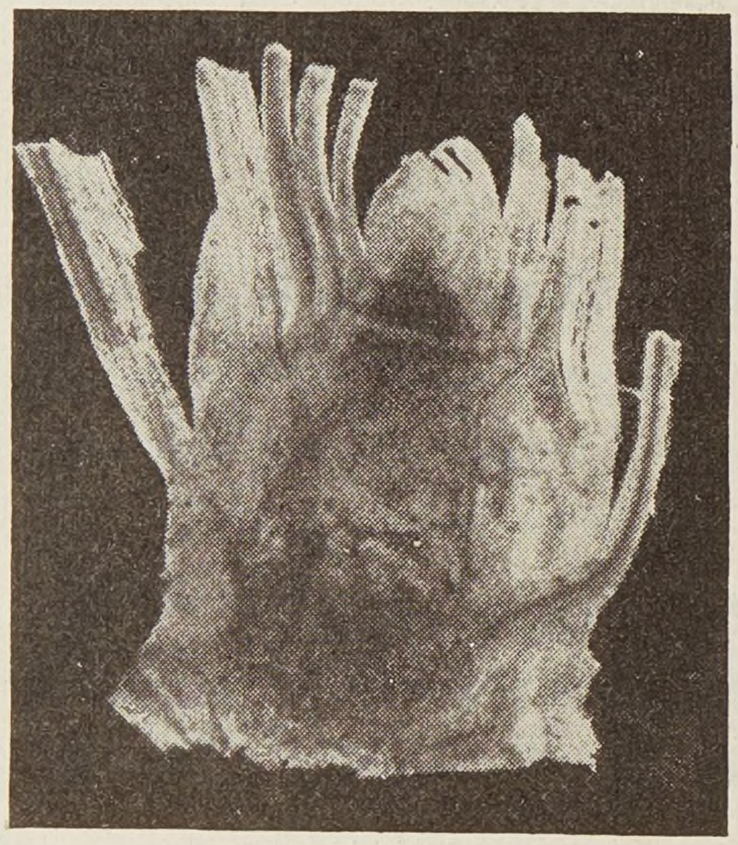


FIG. 1. — État de la tige avant et au début de la période de reproduction.
a: Fin de la période végétative. — *b et c:* Apparition des premiers entre-nœuds : Stade A.

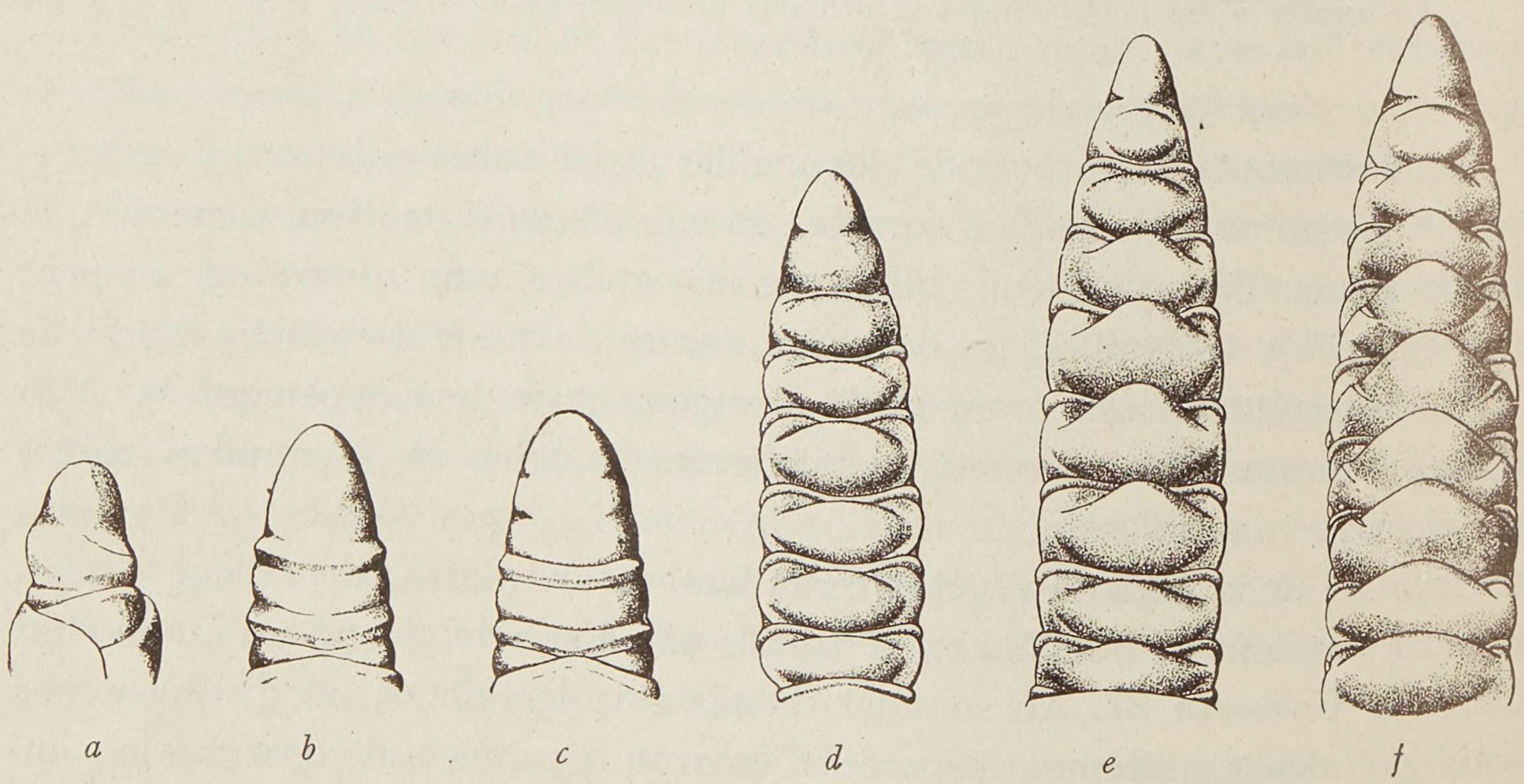


FIG. 2. — Dessins schématiques montrant l'évolution de l'épi depuis la fin de la période végétative jusqu'au stade B.
a: Sommet végétatif avant le stade A. — *b et c:* Épis au stade A.
d et *e:* Formation des ébauches d'épillets. — *f:* Apparition des ébauches de glume : Stade B

Lorsque débute la période de reproduction, le sommet végétatif, jusqu'alors indifférencié et présentant une surface unie, montre une activité qui se manifeste par l'apparition de deux saillies. La saillie inférieure, plus proéminente, présente une légère crête longitudinale ; la seconde est unie, légèrement bombée, sans crête (fig. 2, *b* et *c*). Ces observations ont été déjà signalées par Miss PURVIS et BONNETT. Pour ces deux auteurs, les deux saillies sont assimilées à une feuille et son bourgeon axillaire, la feuille étant représentée par la saillie inférieure, la supérieure constituant le bourgeon. A notre avis, une autre interprétation peut être envisagée. La saillie inférieure pourrait représenter un nœud, la saillie supérieure étant l'homologue d'un entre-nœud, à la base duquel prendra naissance le futur épillet. Le vestige de l'homologue du nœud se retrouve, chez l'épi adulte, sous la forme du bourrelet situé à la base des glumes.

Au moment où se produit la différenciation du sommet végétatif, la partie supérieure du plateau de tallage manifeste un début de croissance. Dans la zone colorée, déjà citée, on observe l'apparition de une ou deux bandes plus claires. A l'examen microscopique on s'aperçoit que ces bandes sont formées de cellules orientées en files longitudinales, alors qu'auparavant il existait un ensemble de cellules disposées sans ordre (fig. 3 A). Ces parties plus claires sont les ébauches des 5e et 6e entre-nœuds.

A partie de ce stade, on peut admettre que la période reproductrice est amorcée et la tige va s'allonger. Les étapes suivantes constitueront des phases de croissance. Lorsque la tige manifeste ce début d'allongement, on peut distinguer un épillet nettement délimité (fig. 2 *b*, *c*). Ce stade, que nous symboliserons par la lettre *A*, n'est perceptible qu'après dissection de la plante et ne se traduit, extérieurement, par aucun aspect particulier de celle-ci. Sa notation varie avec l'année et la date de semis. C'est ainsi qu'elle a eu lieu :

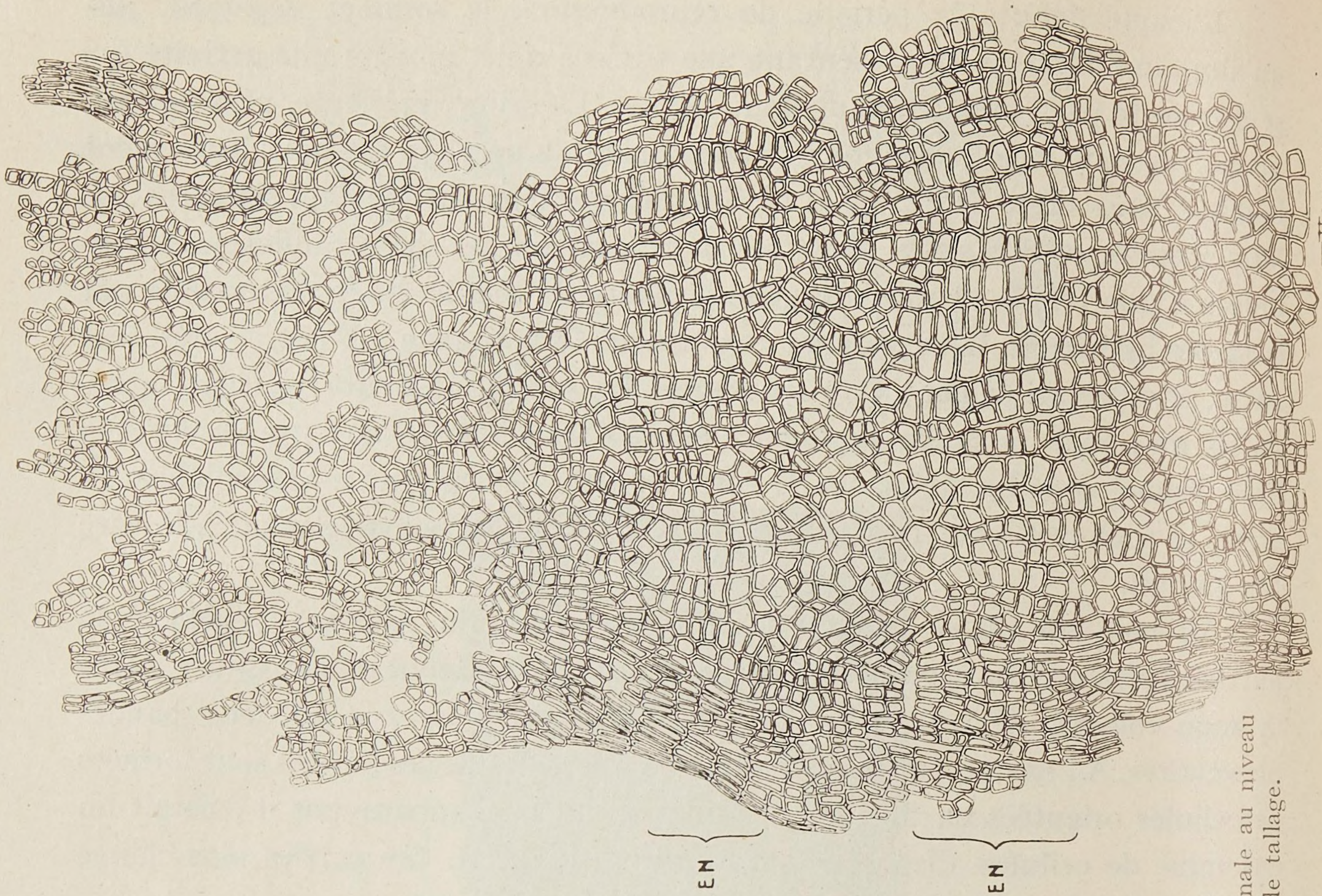
le 1er mars pour un semis du 20 octobre 1948,
le 9 mars pour un semis du 31 octobre 1949,
le 19 mars pour un semis du 24 octobre 1950,
le 25 mars pour un semis du 19 novembre 1948.

Au stade *A*, le plateau de tallage a une hauteur variant de 3,1 à 3,7 mm et l'épi une longueur de 0,4 à 0,5 mm.

Dans le cycle évolutif du blé, ce stade est important à retenir car il marque, d'une façon tangible, un changement dans le métabolisme de la plante, dont l'extériorisation, ainsi précisée, peut être considérée comme assez voisine du moment où le changement de développement est amorcé.

La nouvelle détermination du début de la période reproductrice diffère de celle utilisée par H. GESLIN, dont nous avons donné la définition précédemment. Elle est plus précoce et les écarts relevés sont les suivants :

en 1948 : 32 jours pour le semis d'octobre, 16 jours pour celui de novembre,
en 1949 : 23 jours pour le semis d'octobre, 17 jours pour celui de novembre
en 1950 : 28 jours pour le semis d'octobre.



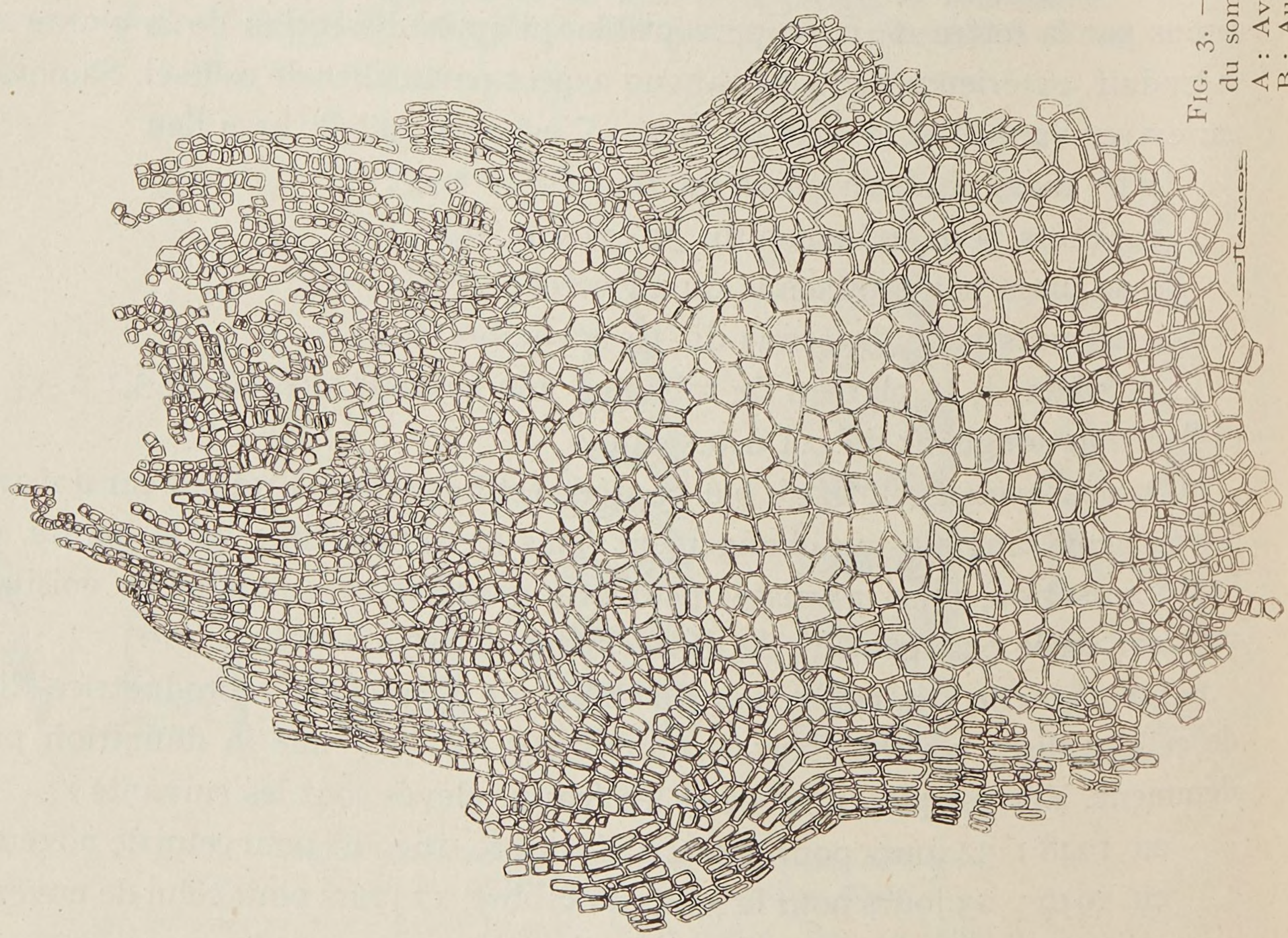


FIG. 3. — Coupe longitudinale au niveau du sommet du plateau de tallage.
A : Avant le stade A ;
B : Au stade A ;
EN : entre-nœuds.

Après le déclenchement de la période de reproduction, les ébauches d'épillets apparaissent. Sur l'épi, vu de face, l'épillet naissant se présente sous la forme d'une protubérance, d'aspect ovoïde, reposant sur un bourrelet étroit qui, comme nous l'avons indiqué précédemment, peut être considéré comme l'homologue d'un nœud. Au fur et à mesure de l'élongation de l'épi, le nombre d'épillets augmente et leur forme se modifie. Ils deviennent légèrement coniques, la pointe dirigée vers le haut (fig. 2 *e*).

A un moment donné, on voit apparaître près de la base du cône et latéralement, deux renflements qui sont des ébauches de glumes (fig. 2 *f*). Cette apparition se manifeste en premier lieu sur les épillets du tiers médian. Lorsque cette différenciation est nettement perceptible, le nombre d'épillets formés correspond à celui de l'épi adulte. Ceci confirme les observations de KIESSELBACH, SPRAGUE et BONNETT. Dans le cadre de nos essais, et pour la variété *Vilmorin 27*, ce nombre, qui varie de 18 à 20 peut s'observer 45 à 55 jours avant l'épiaison.

La formation de tous les épillets, depuis l'apparition du premier jusqu'à celle du dernier, demande un temps variable. Nous avons relevé les durées suivantes : 28 et 16 jours pour des semis du 20 octobre et 19 novembre 1948 ; 22 et 17 jours respectivement pour des semis du 31 octobre et 1er décembre 1949. SAPEGIN indique pour cette phase, qu'il nomme phase d'exécution, une durée de 3 à 7 jours et plus, sans préciser le maximum.

Le moment où les pièces florales commencent à se différencier correspond à peu de chose près, à la montée telle qu'elle est définie par H. GESLIN. Ce stade marque, d'autre part, le début de l'allongement rapide de la tige et la fin de la formation des épillets. Estimant qu'à ces divers titres il constituait un moment biologique intéressant, nous l'avons nommé stade B. Si nous reprenons l'expression de SAPEGIN la phase *A-B* serait la phase d'exécution, c'est-à-dire celle au cours de laquelle se réalise le nombre définitif d'épillets que présentera l'épi adulte.

A partir du stade *B*, on assiste à la spécialisation des pièces florales. Peu après la formation des ébauches de glumes (2 à 3 jours) apparaît, sous la forme d'un bourrelet, celle de la glumelle inférieure de la première fleur. Au-dessus de celui-ci on distingue la naissance d'un mamelon. En même temps, un sillon, situé sur le côté opposé de l'épillet où est apparue l'ébauche de la glumelle de la première fleur, marque la naissance de la glumelle inférieure de la deuxième fleur. A un stade plus avancé, on observe les ébauches de glumelles de deux fleurs, chacune d'elles étant surmontée d'une protubérance demi-sphérique (fig. 4 *c*). Celle-ci est constituée par un massif cellulaire, relativement volumineux, qui donnera ultérieurement les organes sexuels. Enfin, l'épillet est terminé par un bourgeon en voie de division, destiné à donner naissance à une série de fleurs, suivant le processus indiqué ci-dessus. Le nombre de ces fleurs est variable. Aux approches de l'épiaison on peut compter jusqu'à 9 fleurs ; les dernières, encore peu différenciées, vont se dessécher et, à l'épiaison, il ne restera que 3 ou 4 fleurs normalement constituées.

La formation des étamines a lieu à partir du mamelon surmontant l'ébauche de la glumelle inférieure. Elle débute par l'apparition de trois sphères, situées aux sommets d'un triangle qu'elles délimitent (fig. 4 *d*). L'ovaire, dont la différenciation est plus tardive, se forme à partir de la masse centrale du triangle. Ce stade particulier de l'évolution des organes sexuels, qui en marque le début, peut être noté comme un moment caractéristique de la vie de l'épi. C'est le stade *C*.

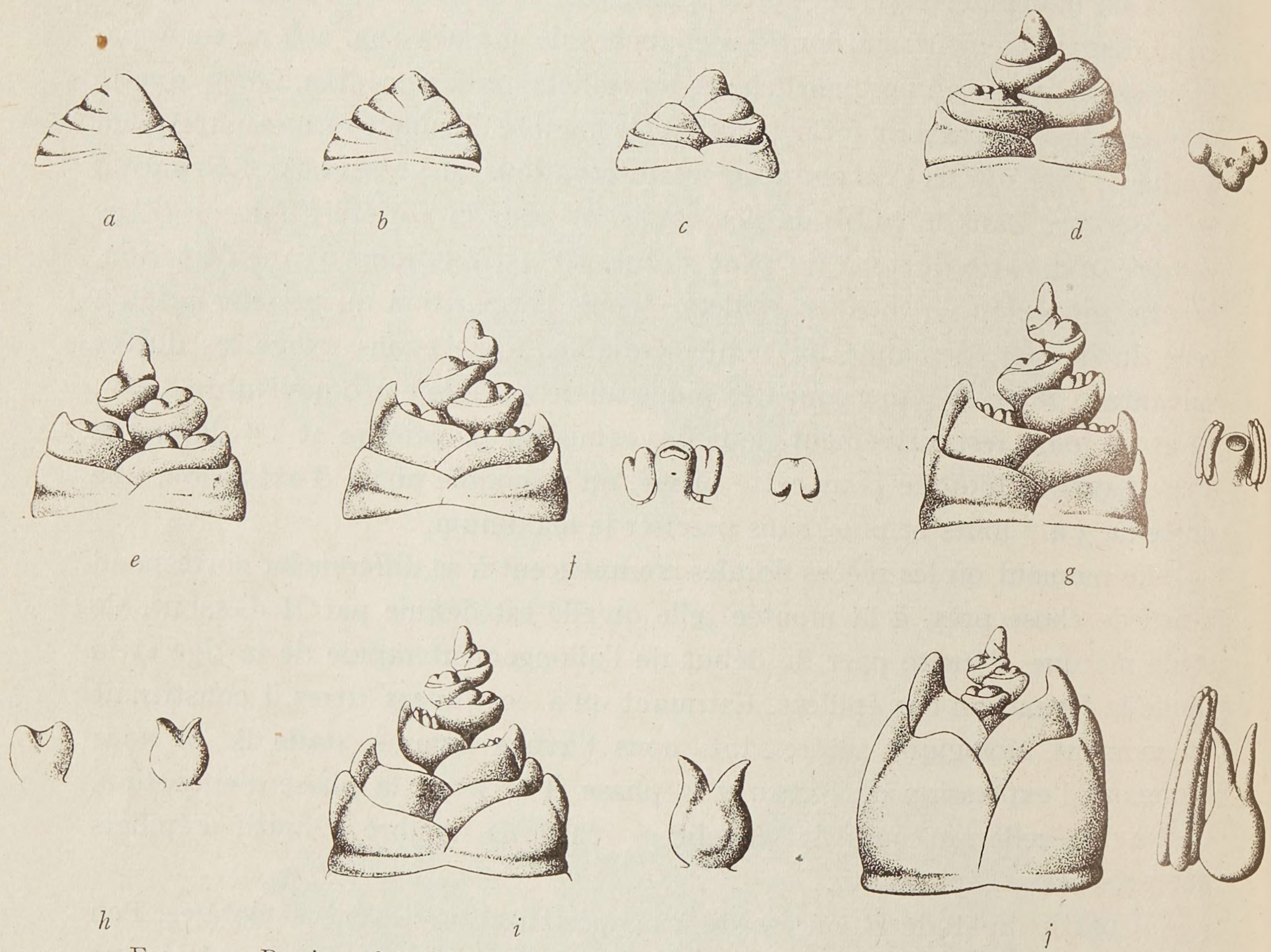


FIG. 4. — Dessins schématiques montrant l'évolution des pièces florales après le stade B.
a : Formation de la glumelle inférieure de la 1re fleur. — *b :* Formation de la glumelle inférieure de la 2e fleur. — *c :* Apparition des mamelons. — *d :* Ébauches des anthères : Stade C. — *e :* Croissance des glumes et glumelles. — *f :* Différenciation des sacs polliniques : Stade C_1. — *g :* Croissance des étamines. — *h :* Formation du stigmate : Stade C_2. — *i* et *j :* Croissance des pièces florales.

Les glumes et les glumelles vont croître pendant que les anthères et l'ovaire vont se dégager et prendre leur forme définitive. Ce sont les anthères qui se différencient en premier lieu. Elles prennent tout d'abord une forme tronconique trapue (fig. IV *f*) ; ce stade, que nous nommons C_1, peut être utilisé comme un repère dans la formation de l'épi. Il nous paraît moins important que les précédents, car il ne traduit qu'un aspect particulier de la croissance des anthères. Pendant cette évolution, l'ovaire devient plus ou moins cylindrique avec une dépression très nette au sommet.

La croissance des étamines et de l'ovaire continue, les anthères s'allongent

et les sacs polliniques deviennent distincts. Le stigmate se dégage sous la forme de deux petites cornes raprochées. Nous avons utilisé ce stade, que nous appellerons C_2, comme repère supplémentaire dans la formation de l'épi (fig. 4 *h*).

Après le stade C_2, le stigmate s'allonge et les cornes s'écartent légèrement l'une de l'autre. A un moment donné, des poils courts naissent sur les deux cornes et sur le sommet de l'ovaire. Les anthères présentent alors une coloration verdâtre à leur extrémité supérieure. La méiose du pollen commence peu de temps après. Elle se constate, en général, 10 à 12 jours avant l'épiaison. Ce stade est un stade important dans l'évolution de l'épi. Malheureusement, son appréciation est difficile et moins précise que celle des stades précédents. La méiose, dans notre nomenclature, est affectée de la lettre *D*. La phase *B-D* est la phase de spécialisation. Enfin, la fécondation (stade *F*), traduite extérieurement par la floraison, marque la fin de la période de reproduction.

Parallèlement à la formation de l'épi, la tige s'allonge et organise ses entrenœuds. Le nombre final de ceux qui sont distincts varie de 4 à 6 suivant la date de semis ; il est déjà déterminé et visible au stade *B*. L'allongement de la tige s'arrête à la fécondation.

Pour décéler extérieurement les différents stades décrits, on peut envisager de faire appel au nombre de feuilles, compté au moment où se produisent ces stades. Cependant cette notation est trop imprécise, par suite de l'évolution lente des feuilles au début de la période de reproduction et de la durée assez longue séparant l'apparition de deux feuilles consécutives. Par exemple, entre l'apparition de la 6e et celle de la 7e feuille il peut s'écouler de 15 à 18 jours. Ce système présente cependant l'avantage de renseigner sur l'imminence de la réalisation d'un stade et peut ainsi diminuer le nombre de prélèvements.

Dans le tableau II nous avons récapitulé les dates auxquelles ont été constatés certains stades, ainsi que le nombre de feuilles déterminé sur prélèvement au même moment.

TABLEAU II

Dates de semis	Stade A		Stade B		Stade C	
	Dates	Nombre de feuilles	Dates	Nombre de feuilles	Dates	Nombre de feuilles
19 nov. 1948	25 mars	5	12 avr.	7	19 avr.	8
31 oct. 1949	9 mars	6	3 avr.	8	17 avr.	9
1er déc. 1949	25 mars	6	14 avr.	7	28 avr.	8
24 oct. 1950	19 mars	6	21 avr.	8	2 mai	9

Élongation de l'épi et de la tige

En même temps que se produit cette évolution, les dimensions de l'épi et de la tige augmentent. Pour mesurer la croissance, il ne peut être envisagé tout au moins pour les premiers stades, de déterminer le poids frais ou sec. En effet, au début de la croissance, les organes sont trop petits et il faudrait manipuler un matériel abondant, ce qui demanderait un temps assez long. Il s'introduirait, de ce fait, une cause d'erreur due à des pertes d'eau ou à des modifications biochimiques au cours des opérations de dépouillement. Nous avons cherché un moyen commode et rapide donnant une indication suffisamment précise de la croissance. Il nous a semblé, dans le cas présent, que la notation de la longueur constituait un critère assez satisfaisant. Il est évident que celle-ci ne traduit qu'un des éléments de la croissance et par là ne permet pas une analyse très exacte du phénomène. C'est ainsi qu'un ralentissement dans l'allongement de l'épi ne traduira pas forcément une diminution du rythme de croissance, car il peut correspondre à une augmentation de volume. Il faudra donc, dans l'exposé qui va suivre, considérer les mesures de longueur comme un moyen rendant compte de certaines réactions de la plante et non comme donnant la valeur réelle de la croissance.

Précision des observations

Chaque échantillon étant constitué de 20 plantes, prélevées au hasard, la précision dans l'évaluation des longueurs moyennes de la tige et de l'épi pour chacun d'entre eux s'est avérée suffisante et sensiblement constante. En effet, les coefficients de variation :

$$c = \frac{\text{erreur de la moyenne}}{\text{longueur moyenne}} \times 100$$

varient de 1,5 à 5 pour toutes les évaluations effectuées en 1951. Le coefficient de variation moyen est de 3,12 pour les estimations relatives à la longueur de a tige, et de 2,79, pour celles se rapportant à la longueur de l'épi.

Un stade quelconque a été considéré comme réalisé lorsqu'il était atteint par 50 % environ des plantes d'un échantillon. L'évolution, depuis l'apparition d'un stade jusqu'à son accomplissement sur l'ensemble d'un prélèvement, demande environ 10 jours pour les cinq premiers stades décrits et cinq jours pour le stade *D*.

Cependant, la détermination de la période de réalisation d'un stade, pour des prélèvements espacés de 2 à 3 jours mais effectués à une même heure, a toujours pu être précisée au jour près. C'est ainsi qu'en 1951, le stade *B* a été atteint le 20 avril, comme l'indiquent les observations suivantes :

Réalisation du stade B en 1951

N° du prélèvement	Dates	Plantes ayant atteint le stade B en %
14	14/4	0
15	16/4	5
16	18/4	6,5
17	19/4	13,3
18	21/4	74
19	24/4	100

Par ailleurs, pour tous les prélèvements effectués, il a toujours été constaté qu'un quelconque des divers stades choisis se trouvait réalisé sur l'ensemble des plantes d'un prélèvement avant que le stade suivant puisse être rencontré.

Allongement de la tige

Au cours de l'hiver, la tige, réduite à l'empilement de trois à quatre entre-nœuds indistincts, ne s'allonge pas. Elle mesure de 3 à 4 mm. Lorsque le stade *A* est amorcé, on constate une élongation lente jusqu'àu stade *B*. Lorsque celui-ci est réalisé, il y a accélération de l'allongement, qui s'accentue davantage après le stade *C*, jusqu'à l'approche de l'épiaison. Pour chaque phase, délimitée par les stades précédemment décrits, on observe des accroissements journaliers moyens, augmentant avec l'âge des plantes. Nous en donnons les valeurs dans le tableau III.

TABLEAU III. — *Allongement journalier moyen de la tige (en millimètres)*

Dates de semis	Phase A-B		Phase B-C		Phase C-D	
	Élongation de la tige	Durée en jours	Élongation de la tige	Durée en jours	Élongation de la tige	Durée en jours
19 nov. 1948	0,30	18	2,9	7	12,4	29
31 oct. 1949	0,14	25	2,0	14	16,8	30
1er déc. 1949	0,22	20	2,4	14	19,1	24
24 oct. 1950	0,15	33	1,97	10	13,0	27
Moyennes.....	0,2		2,3		15,3	

La croissance journalière, pour la phase *B-C* est 10 fois plus élevée que pour la phase *A-B* et 6 à 7 fois moins élevée que pour la phase *C-D*.

Si nous tenons compte des repères secondaires C_1 et C_2, marquant deux étapes dans la croissance de l'épi, nous obtenons les chiffres figurant au tableau IV.

TABLEAU IV. — *Allongement journalier moyen de la tige (en millimètres)*

Dates de semis	Phase C-C1	Phase C1-C2	Phase C2-D
19 nov. 1948	9	14	15,1
31 oct. 1949	8,5	15,1	27,2
1er déc. 1949	8,5	20,5	22,6
24 oct. 1950	5,3	10,2	20,2
Moyennes	7,8	14,9	21,2

L'on voit que pour la phase *C-D* l'allongement journalier augmente assez régulièrement, l'augmentation pour les phases C_1-C_2 et C_2-D étant d'environ 7 mm par rapport à la phase précédente. Les stades de l'épi paraissent, par conséquent, marquer, dans l'allongement de la tige, des périodes d'activité très différentes.

En schématisant le phénomène, on peut donc distinguer trois étapes au cours desquelles la vitesse de croissance de la tige présente des rythmes différents. Cependant les changements d'activité ne sont pas brutaux, mais progressifs comme le montre le graphique I. Dans celui-ci nous avons établi la courbe de croissance de la tige en fonction de la somme des valeurs journalières du facteur K défini par H. GESLIN. C'est le produit de la température moyenne t (sous abri à 2 m) par la racine carrée de la radiation globale $R : K = t\sqrt{R}$. On peut observer que la courbe présente un redressement marqué en deux points correspondants sensiblement aux stades *B* et *C*.

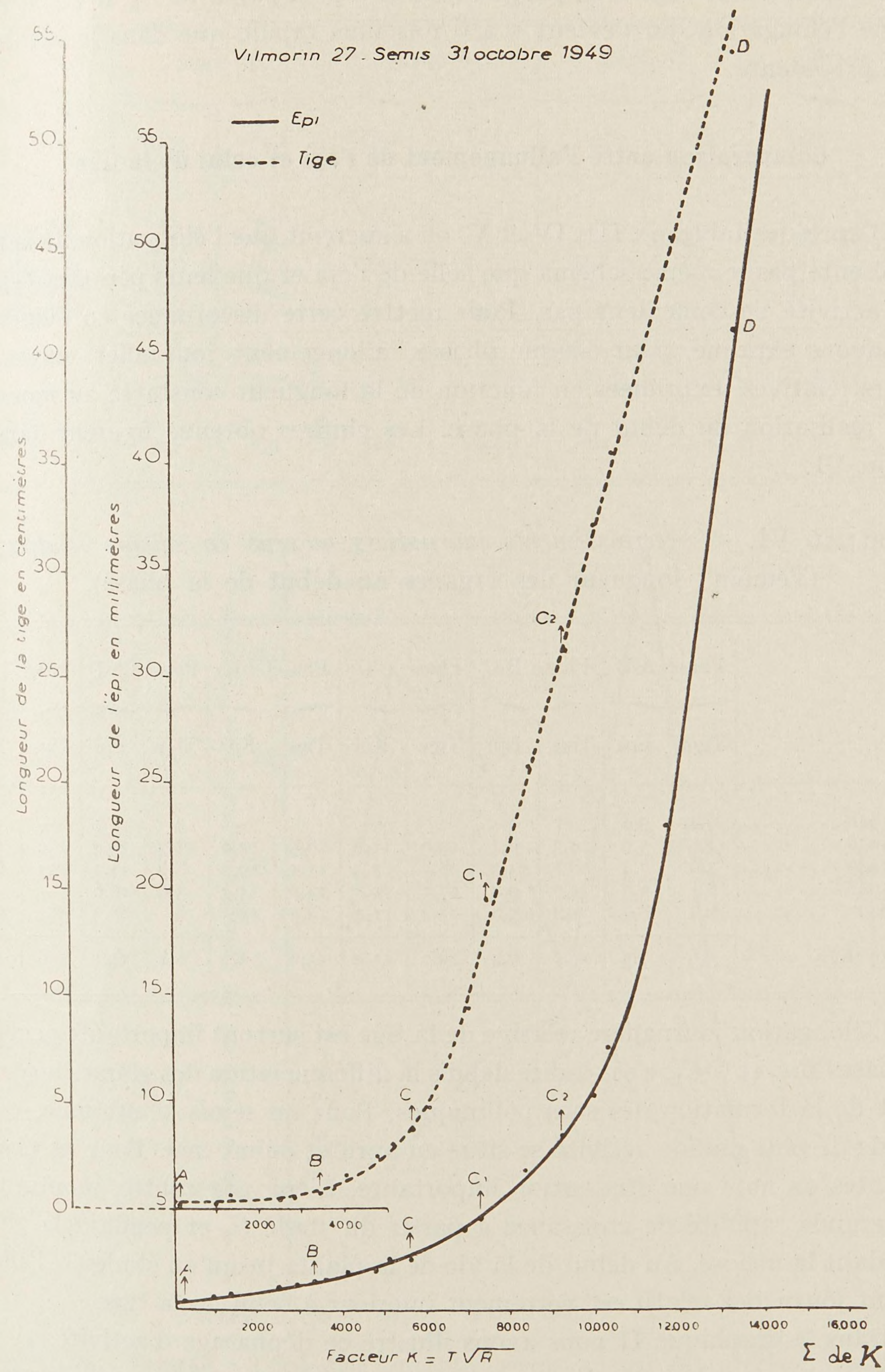
Allongement de l'épi

Il commence approximativement en même temps que celui de la tige. Sa progression est plus régulière. Elle ne présente pas de changements aussi marqués que ceux de la tige. La courbe du graphique I montre cette régularité d'élongation.

Si nous dressons le tableau de l'allongement journalier moyen pour les différentes phases, nous voyons apparaître cette régularité jusqu'au stade C_2.

TABLEAU V. — *Allongement journalier moyen de l'épi (en millimètres)*

Dates de semis	Phase A-B	Phase B-C	Phase C-C1	Phase C-C2	Phase C2-D
19 nov. 1948	0,05	0,14	0,36	0,71	2,3
31 oct. 1949	0,04	0,06	0,20	0,41	4,5
1er déc. 1949	0,04	0,08	0,31	0,62	3,9
24 oct. 1950	0,03	0,09	0,28	0,47	3,2
Moyennes	0,04	0,092	0,28	0,55	3,4



Graphique I. — Accroissement en longueur de la tige et de l'épi.

L'accroissement journalier moyen, d'une phase à l'autre, présente une augmentation assez régulière, jusqu'au stade C_2. A partir de C_2, il y a activation de l'élongation qui devient 5 à 6 fois plus rapide que dans le cas de la phase précédente.

Comparaison entre l'allongement de l'épi et celui de la tige

D'après les tableaux III, IV et V, on s'aperçoit que l'élongation de la tige ne présente pas le même schéma que celle de l'épi et que leurs périodes de plus forte activité ne coïncident pas. Pour mettre cette discordance en évidence, nous avons exprimé, pour chaque phase, l'allongement journalier moyen en valeurs relatives, exprimées en fonction de la longueur constatée au moment de la réalisation du début de la phase. Les chiffres obtenus figurent dans le tableau VI.

TABLEAU VI. — *Accroissements journaliers moyens en valeurs relatives.* (Témoin : longueur des organes au début de la phase).

	Phase A-B		Phase B-C		Phase C-C1		PhaseC1-C2		Phase C2-D		Phase D-F	
	Tige	Épi	Tige	Épi	Tige	Épi	Tige	Épi	Tige	Épi	Tige	Épi
20/10/1948	6,4	5,8	—	—	—	—	—	—	7	26,7	—	—
24/10/1950	4,8	5,9	24,3	6,1	19,6	11,2	18,5	12,0	11,3	35,0	8,0	7,1
31/10/1949	3,6	7,4	28,1	4,3	28,7	7,5	11,1	10,9	8,3	44,3	6,3	6,2
19/11/1948	8,1	9,8	32,7	9,4	27,5	14,8	14,6	15,5	5,9	26,6	—	—
1/12/1949	6,4	8,9	31,2	5,8	27,2	11,4	18,5	15,5	8	38,3	6,3	6,0
Moyennes	5,8	7,5	29,7	6,4	25,7	11,2	15,6	13,4	8,1	34,1	6,8	6,4

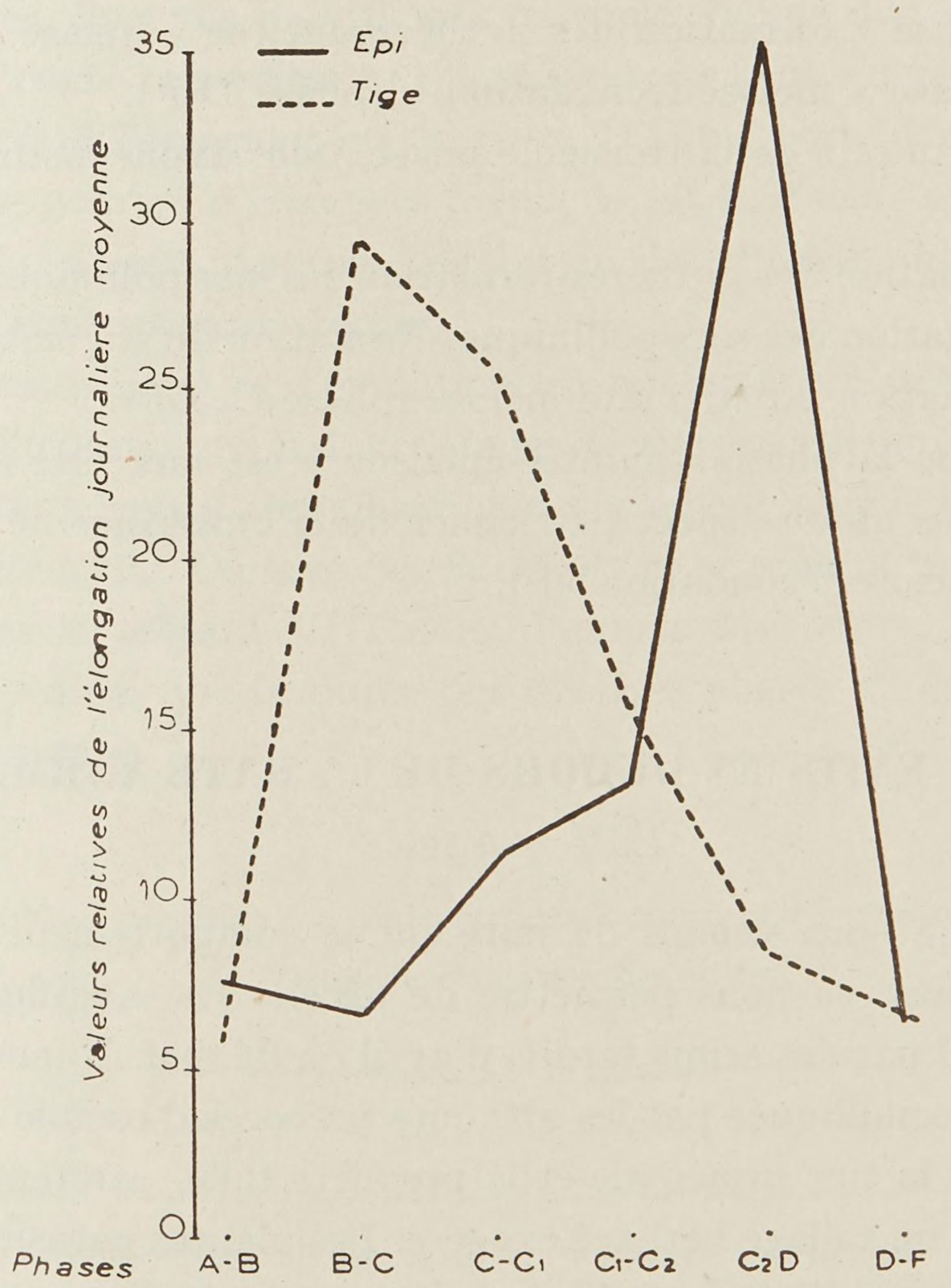
L'élongation journalière relative de la tige est surtout importante pendant les phases *B-C* et C-C_1, c'est-à-dire depuis la différenciation des glumes jusqu'au début de la formation des sacs polliniques. Pour un semis d'automne, cette période de plus grande activité se situe en avril et début mai. Pour les phases suivantes on note une diminution importante. L'épi, par contre, montre une plus grande rapidité de croissance à partir du stade C_2 et pendant la phase précédant la méiose. Au début de la vie de la plante jusqu'au stade C_2, l'allongement journalier relatif est nettement inférieur à celui de la tige.

Dans le graphique II nous avons illustré ce déphasage d'activité.

Nous avons observé, d'autre part, que pour les stades précédemment décrits, la longueur de l'épi restait sensiblement constante, quelle que soit la date de semis ou l'année. Par contre, la tige présente des variations importantes de longueur, pour les mêmes stades, en particulier lorsque le stade *B* est dépassé. Nous avons consigné les résultats de ces observations dans le tableau VIII.

TABLEAU VII. — *Longueur de l'épi et de la tige (en millimètres)*

Dates de semis	Stade A		Stade B		Stade C		Stade D	
	Tige	Épi	Tige	Épi	Tige	Épi	Tige	Épi
20 oct. 1948 ..	3,7	0,58	6,8	1,5	—	—	—	—
19 nov. 1948 .	3,7	0,54	9,1	1,5	30	2,5	390	41
31 oct. 1949 ..	3,7	0,54	7,2	1,55	35,6	2,5	541	46
1er déc. 1949 .	3,4	0,53	7,8	1,48	42,0	2,7	507	49,3
24 oct. 1950 ..	3,1	0,51	8,1	1,5	27,8	2,52	380	42,0
Moyennes	3,5 ± 0,1	0,54 ± 0,01	7,7 ± 1,3	1,5 ± 0,01	33,8 ± 3,1	2,55 ± 0,04	454 ± 40,8	44,5 ± 1,9
Coeff. de variation	2,9	1,9	16,9	0,7	9,2	1,6	9	4,3



Graphique II. — Variation de l'élongation journalière moyenne au cours de la période de reproduction.

L'amplitude de fluctuation, pour l'épi, est peu importante, en particulier pour les stades *A*, *B* et *C*, où elle varie de 4 à 13 %. Les erreurs affectant les moyennes sont faibles, respectivement : 1,9 %, 0,7 %, 1,6 % et 4,3 % pour les stades *A*, *B*, *C* et *D*. Par contre, la tige présente des variations considérables surtout marquées pour les stades *B*, *C* et *D*. Cela amène à penser que la tige

réagit d'une façon plus accentuée aux conditions externes, alors que l'épi est peu influencé.

***

Les stades particuliers de l'épi paraissent donc représenter des repères biologiques fidèles pour jalonner la période de reproduction. Cela amène à modifier sensiblement les divisions adoptées au début de cet article. Nous proposons les subdivisions suivantes :

Quatre grandes phases principales, délimitées par leur début et le début de la phase suivante, qui seraient :

1° : la phase « différenciation de l'épi-différenciation des glumes » (phase *A-B*).

2° : la phase « différenciation des glumes-apparition des anthères » (phase *B-C*).

3° : la phase « formation des anthères-méïose » (phase *C-D*).

4° : la phase « méïose-fécondation » (phase *D-F*).

En outre, au sein de la troisième phase, nous avons distingué trois phases secondaires :

1° : « formation des anthères-formation des sacs polliniques (phase C-C_1) ».

2° : « formation des sacs polliniques-formation du stigmate (phase C_1-C_2) ».

3° : « formation du stigmate-méïose (phase C_2-D) ».

On voit que la phase « montée-épiaison » est morcelée et que l'épiaison ne constitue plus qu'un aspect particulier de la croissance de la tige au cours de la phase « méïose-fécondation » (1).

III. — SEMIS FAITS EN DEHORS DE LA DATE NORMALE DE SEMIS

L'étude que nous venons de faire sur le comportement de *Vilmorin 27* en semis normaux va nous permettre de déceler les modifications apportées au cycle normal par des semis tardifs d'avril ou de mai. Il faut signaler qu'une telle étude est compliquée par les attaques précoces d'oscinie ou de cécydomie qui, parasitant la tige principale et la première talle, arrêtent leur croissance et déterminent un tallage herbacé exagéré. Les plantes parasitées sont écartées de l'échantillon, car l'âge des talles subsistantes est nettement différent de celui de la tige principale.

Les observations ont porté sur des semis effectués aux dates suivantes : 23 février, 17 avril, 2 mai 1950, 12 mars, 5 avril, 20 avril, 4 mai 1951.

(1) Cependant, pratiquement, on utilise l'épiaison comme critère de la précocité à cause de la facilité de notation. Le faible écart de jours existant entre l'épiaison et la floraison permet d'obtenir un classement assez fidèle en ce qui concerne la précocité des variétés.

Évolution de l'épi

Une première constatation doit être soulignée : quelle que soit la date de semis, dans les limites indiquées ci-dessus, la variété *Vilmorin 27* (type hiver) forme toujours ses ébauches florales, dont la différenciation est plus ou moins avancée, suivant l'année et la date de semis. Le début du phénomène de la reproduction se réalise donc, malgré des conditions de milieu très différentes de celles rencontrées pour un semis d'automne. Cette constatation rejoint celles de LOJKIN et VASILJEV, de Miss PURVIS, de GREGORY, qui ont montré que l'*épiaison* des blés du type hiver pouvait être obtenue, en jours longs, sans action préalable de basses températures.

La forme générale de l'épi, pour des semis très tardifs, est légèrement différente de celle observée sur un semis d'automne. Alors que celle-ci est sensiblement cylindrique, le semis d'avril, par exemple, donne des épis franchement coniques, à extrémité très effilée et à base large. Ce sont, en général, les épillets de la base qui se différencient en premier. D'autre part, il n'est pas rare de constater que le nombre d'ébauches d'épillets est supérieur à celui d'un semis d'hiver. Dans la plupart des cas, l'évolution des épillets du sommet est incomplète et ils sont souvent stériles.

Le processus général de l'évolution est analogue, en dehors de ces différences, à celui d'un semis normal. Les stades décrits précédemment se retrouvent. Cependant le déroulement des phases est nettement plus lent pour les semis de fin avril à début mai. Dans ce cas, la méïose ne se produit pas avant l'arrivée de l'hiver. Dans le tableau VIII nous donnons les dates relevées pour les différente stades ainsi que la durée des diverses phases en comparaison avec deux semis d'automne.

TABLEAU VIII

Dates de semis	Dates de réalisation des stades				Durée des phases (en jours)		
	A	B	C	D	A-B	B-C	C-D
24 oct. 1950	19 mars	21 avr.	2 mai	29 mai	33	11	27
31 oct. 1949	9 mars	3 avr.	17 avr.	17 mai	25	14	30
23 févr. 1950	6 mai	16 mai	22 mai	7 juin	10	6	16
12 mars 1951	19 mai	30 mai	6 juin	25 juin	11	7	19
5 avr. 1951	8 juin	10 juil.	16 juil.	6 août	32	6	21
17 avr. 1950	12 juin	7 août	21 août	—	46	14	—
20 avr. 1951	26 juin	4 août	9 août	—	39	5	—
2 mai 1950	—	21 août	18 sept.	—	—	11	—
4 mai 1951	7 juil.	25 août	3 sept.	—	49	9	—

On peut remarquer que les semis effectués le 23 février 1950 et le 12 mars

1951, réalisés à une date anormale pour *Vilmorin 27*, ont une vitesse de croissance supérieure à celle d'un semis d'automne. Par contre, pour des semis plus tardifs, on constate un allongement des phases et en particulier de la phase *C-D*, qui se termine l'année suivante lorsque l'hiver n'est pas rigoureux.

Un fait intéressant est à souligner : la longueur de l'épi, pour un stade donné, est sensiblement analogue à celle notée pour un semis normal, comme le montre le tableau IX.

TABLEAU IX. — *Longueur de l'épi en millimètres.*

Dates de semis	Stade A	Stade B	Stade C	Stade D
24 oct. 1950	0,51	1,57	2,58	42
31 oct. 1949	0,54	1,55	2,50	46
23 févr. 1950	0,50	1,56	2,47	32
12 mars 1951	0,54	1,59	2,66	47
5 avr. 1951	0,50	1,61	2,7	—
17 avr. 1950	0,50	1,43	2,6	—
20 avr. 1951	0,48	1,63	2,5	—
2 mai 1950	—	—	2,5	—
4 mai 1951	0,46	1,67	2,6	—

Pour les semis postérieurs au 12 mars, les chiffres donnés dans le tableau IX correspondent aux dimensions observées lorsque l'épi est à un stade donné et non à celles obtenues en prenant la moyenne des longueurs de l'épi lorsque 50 pour cent des plantes ont atteint ou dépassé ce stade. Dans ce dernier cas, les chiffres sont toujours plus élevés par suite de l'interférence des stades suivants dont les épis présentent une longueur plus grande.

En effet, on doit noter que pour les semis tardifs, on observe une très forte fluctuation, pour un même prélèvement, dans la longueur des épis. Ces derniers se présentent d'ailleurs, le plus souvent, pour un prélèvement, à des stades très différents. C'est ainsi que pour un semis du 20 avril on relève, le 9 août :

40 %	de plantes	ayant atteint	le stade	C
26 %	»	»	»	C1
6 %	»	»	»	C2
3 %	»	»	»	D

Par contre, le stade *A* présente, pour l'ensemble des plantes et pour tous les semis, une homogénéité satisfaisante. On n'observe pas, comme pour les autres, d'interférences avec les stades suivants. Ceci suggère une explication à l'observation souvent faite sur des semis tardifs, à savoir *les grandes différences de tailles* relevées d'une plante à une autre. Ces différences ne seraient pas imputables à des différences réelles de *développement*, mais seulement à des différences de *croissance*.

La longueur de l'épi, pour un stade déterminé, paraît donc peu affectée

par les semis tardifs et, en conséquence, par les conditions externes. Seule la vitesse d'élongation est réduite.

Évolution de la tige

L'évolution de la tige, par contre, montre des perturbations importantes par rapport à un semis d'automne. Alors que pour ce dernier il était impossible de distinguer nettement les entre-nœuds constituant le plateau de tallage, pour les semis d'avril ou mai on observe une séparation des nœuds, nettement visible, délimitant des entre-nœuds très courts, de l'ordre de 0,5 mm.

Par suite, le plateau de tallage présente, avant le début de la période de reproduction, une hauteur variant de 5 à 6 mm, supérieure à celle observée pour un semis normal (3 à 4 mm).

Le nombre total d'entre-nœuds, évalué sur la tige principale au stade *D*, est aussi plus élevé, non seulement à cause de la différenciation des entre-nœuds du plateau de tallage, mais encore par la formation de 2 à 3 entre-nœuds supplémentaires. Le nombre total relevé varie de 10 à 12. Malgré ce nombre élevé, la tige reste courte car les entre-nœuds de la base (5 ou 6) ne s'allongent que faiblement et paraissent se lignifier rapidement. D'autre part, ceux du sommet de la tige évoluent lentement et sont encore peu différenciés à l'arrivée de l'hiver. On peut observer, dans certains cas, la formation de talles à partir de nœuds très aériens (6e ou 7e) montrant que la période végétative n'est pas entièrement terminée.

Au début de la période de reproduction, l'élongation de la tige est faible. Elle apparaît cependant plus rapide que celle de l'épi, en conformité d'ailleurs avec ce qui est constaté pour des semis normaux et le décalage d'activité est nettement plus accentué pour des semis tardifs. Dans le tableau suivant nous avons indiqué, pour un stade donné, c'est-à-dire pour une longueur déterminée de l'épi, la hauteur que présentait la tige à ce moment.

TABLEAU X. — *Longueur de la tige en millimètres*

Dates de semis	Stade A	Stade B	Stade C	Stade D
24 oct. 1950	3,1	8,1	27,8	380
31 oct. 1949	3,7	7,2	35,5	541
23 févr. 1950	3,7	9	37,2	397
12 mars 1951	4,8	10	43,5	393
5 avr. 1951	5,0	30,4	71,8	450
17 avr. 1950	7,2	52,3	158,7	—
20 avr. 1951	8,1	72,5	98,8	—
2 mai 1950	—	—	173	—
4 mai 1951	9,8	71,0	138	—

Si l'on détermine, pour chaque phase et pour chaque semis l'accroissement journalier moyen, en valeur relative, on obtient les chiffres suivants :

Dates de semis	Phase A-B	Phase B-C	Phase C-C1	Phase C-C2	Phase C2-D
31 oct. 1949	3,6	28,7	28,7	10,9	8,3
1er déc. 1949	6,4	31,2	27,2	18,5	8
23 févr. 1950.....	—	52,1	31	26	18
12 mars 1951	9,8	33,5	30	21	10
5 avr. 1951	15	22	24	10	10
20 avr. 1951	20	7,2	9,6	—	—

Il est à remarquer que d'après le tableau X, le blé semé le 23 février présente un développement normal, malgré la date tardive de semis eu égard à la variété. Cependant, on constate que la croissance est plus rapide et plus importante que celle d'un semis normal comme le montrent les chiffres ci-dessus. On peut aussi remarquer que, à partir de février, le taux de croissance diminue pour les phases B-C, C-C_1, C_1-C_2 et C_2-D. Par contre, il est plus élevé pour la phase A-B si l'on considère les semis tardifs.

Pour les semis effectués fin avril ou début mai, l'épiaison a lieu l'année suivante. Elle se produit sensiblement à la même date que celle des blés semés en octobre la même année.

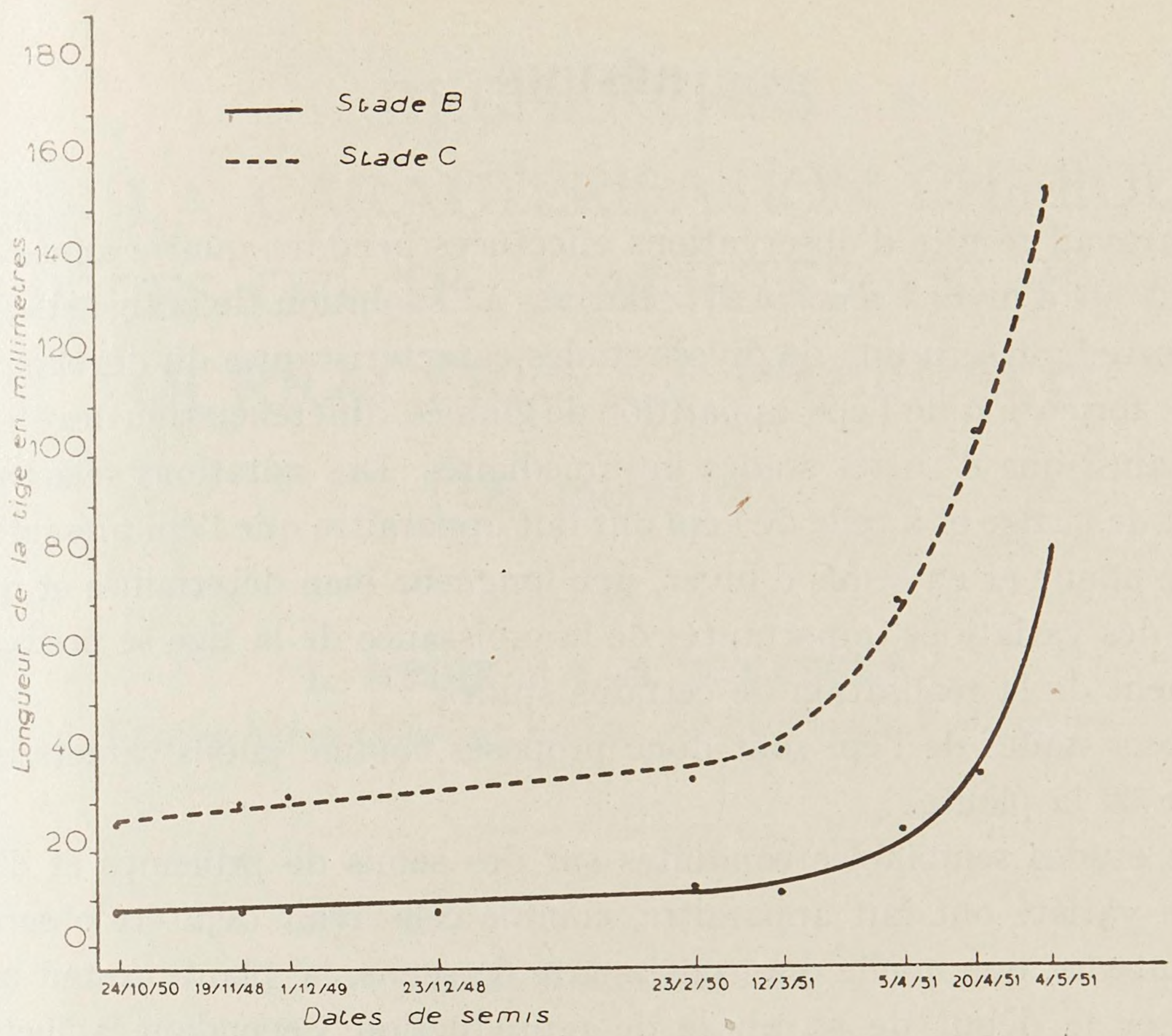
Comparaison entre le comportement de la tige et de l'épi

L'épi étant un paramètre dont la longueur apparaît constante pour un stade donné, quelle que soit la date de semis, il est intéressant d'exprimer la longueur de la tige d'après ce paramètre (tableau XI).

TABLEAU XI. — *Valeurs du rapport* $\frac{\textit{longueur tige}}{\textit{longueur épi}}$

	Stade A	Stade B	Stade C	Stade D
Semis d'automne (moyen. 1949 et 1950)	6,6	4,9	15	10,9
23 févr. 1950	7,5	5,7	15	11,6
12 mars 1951	8,9	7,2	15	9,0
5 avr. 1951	10,2	14,6	25	6,7
7 avr. 1950	14,0	—	—	—
20 avr. 1951	17,6	21	41	—
2 mai 1951	—	—	69,2	—
4 mai 1951	21,3	58	58	—

Cela montre que, en semis tardifs d'avril et mai, la croissance de la tige pour un stade donné, est plus forte que celle de l'épi (1,5 à 3 fois pour le stade A, 3 à 9 fois pour B, 3 à 4 fois pour C). Il y a donc, pour des semis faits à des dates anormales, un déséquilibre entre l'élongation de la tige et celle de l'épi. Dans le graphique III nous avons représenté les variations de la longueur de la tige, en fonction de la date de semis, pour des stades déterminés de l'épi.



Graphique III. — Variation de la longueur de la tige en fonction de la date de semis, pour un stade déterminé.

CONCLUSIONS

A la suite de cette brève étude, il apparaît que l'on peut jalonner, d'une façon plus précise qu'auparavant, la période de reproduction. Ce sont surtout les stades particuliers de l'épi qui paraissent être les points biologiques les plus intéressants marquant des modifications nettes dans le cycle évolutif de la plante. Leur stabilité d'extériorisation en fait une mesure assez fidèle. Le milieu n'agit pas sensiblement sur leur réalisation qualitative, seule leur apparition dans le temps se trouvant changée.

La tige, par contre, réagit fortement aux conditions du milieu ; ceci est mis nettement en évidence lorsque l'on utilise les stades de l'épi comme moyen de mesure.

Un point intéressant a pu être observé, c'est qu'une variété du type « hiver » comme *Vilmorin 27*, est capable d'accomplir, ou d'amorcer, sa période reproductrice lorsqu'elle est semée au printemps sous le climat parisien.

Ces diverses observations soulèvent des problèmes quant à l'influence des conditions externes sur la réalisation des stades. En outre, il serait intéressant d'étudier les modifications biochimiques qui déterminent le déclenchement des divers stades.

RÉSUMÉ

Ce travail résulte d'observations effectuées pendant quatre années sur la variété de blé d'hiver *Vilmorin 27*, relatives à l'évolution de la tige et de l'épi. Il comporte la description de divers stades caractéristiques du développement de l'épi : formation de l'épi, apparition de glumes, différenciation des étamines, méïose, ainsi que d'autres stades intermédiaires. Des notations relatives à la longueur de la tige et à celle de l'épi ont fait apparaître que l'épi présente, pour un stade donné et en semis d'hiver, une longueur bien déterminée et que par ailleurs, des variations importantes de la croissance de la tige se produisaient au moment de la réalisation de certains stades.

Divers stades de l'épi sont donc proposés comme jalons caractéristiques de la vie de la plante.

Des études semblables conduites sur des semis de prinemps et d'été de la même variété ont fait apparaître, comme cela avait déjà été observé par divers auteurs, que quelle que soit la date de semis, la plante restait capable de réaliser le début de sa phase de reproduction. Cependant la fluctuation observée, tant dans la réalisation des stades que dans les longueurs de l'épi et de la tige, à chaque prélèvement, devient considérable pour les semis réalisés après le mois d'avril ou à la fin de ce mois.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BONNETT (O. T.). — The development of the wheat spike (*Journ. Agr. Res.*, 53, p. 445-450, 1936).

GESLIN (H.). — Étude climatologique du développement d'un blé d'hiver (*Ann. Agr.*, p. 695-720, 1931).

— Étude des lois de croissance d'une plante en fonction des facteurs du climat. Contribution à l'étude du climat du blé (Thèse de doctorat ès sciences. *Imp. Nationale*, Paris, 1944).

HITCHCOCK. — Manual of the grasses of the United States (*U. S. depart. Agr. Misc. pub.*, 200-1040, p. 1935).

KIESSELBACH (T. A.) et SPRAGUE (H. B.). — Relation of the development of the wheat spike to environmental factors (*Journ. Amer. Soc. Agr.*, 18, p. 40-60, 1926).

MC CALL (M. A.). — Developmental anatomy and homologies in wheat (*Journ. Agr. Res.*, 48, p. 283-321, 1934).

MC KINNEY (H.) et SANDO (J.). — Earliness of sexual reproduction in wheat as influenced by temperature and light in relation to growth phases (*Journ. Agr. Res.*, 51, p. 621-639, 1935).

PURVIS (O. N.). — An analysis of the influence of temperature during germination on the subsequent development of certain winter cereals and its relation to the effect on lenght of day (*Ann. Bot.*, London 48, p. 919-953, 1934).

WHYTE (R. O.). — Crop production and environment (*Faber and Faber Ltd.*, London, 1946)

RECHERCHES SUR LA CARACTÉRISATION CHIMIQUE D'ESPÈCES OU DE VARIÉTÉS DE PLANTES FOURRAGÈRES ET PRAIRIALES

(1er mémoire)

PAR

L. HEDIN et J.-M. LEFEBVRE

Station Agronomique de Rouen, Section Plantes Fourragères

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction.

La caractérisation chimique de types de Maïs.

I. — Recherches sur le métabolisme minéral des dernières feuilles de Maïs :

A. — Évolution dans le temps des éléments dosés, N, P_2O_5, K_2O, CaO, SiO_2 % de la matière sèche.

B. — Étude de quelques rapports physiologiques :

1° Les corrélations entre les éléments dosés : N et P_2O_5, CaO et K_2O, SiO_2 et CaO ;

2° Le degré d'évolution chimique ;

3° Les rapports de caractérisation.

II. — Essai de caractérisation variétale du Maïs :

A. — Choix d'une feuille de référence et d'une date de prélèvement ;

B. — L'exploitation des résultats analytiques et la caractérisation chimique.

1° Représentation graphique.

2° Caractérisation numérique.

La caractérisation chimique des espèces prairiales.

I. — Composition minérale et comportement biologique de populations de Dactyles.

II. — Composition minérale et comportement biologique de quelques Fléoles des prés.

Conclusions.

Résultats analytiques de la composition minérale de quelques Dactyles et Fléoles des prés.

Note complémentaire sur l'évolution des formes du phosphore.

Techniques analytiques.

Bibliographie.

Résumé.

INTRODUCTION

Si l'on veut définir les diverses disciplines qui constituent les chapitres de la Biologie végétale, on est conduit à préciser les points de vue et les techniques qui les caractérisent.

Dans une certaine mesure, on peut considérer comme ressortissant de l'ontogénie les techniques qui tendent à comparer le même végétal (ou des végétaux aussi identiques que possible) à des stades différents. C'est par rapport au temps que l'étude des différences qui existent entre la morphologie ou la physiologie de la même plante est réalisée.

Le point de vue physiologique se fonde sur la comparaison d'un même végétal (ou de végétaux aussi identiques que possible) vivant dans des conditions différentes de milieu. C'est proprement l'action du milieu sur la plante qui est l'objet des recherches de physiologie.

On passe du point de vue physiologique à celui de la génétique lorsque la comparaison ne porte plus sur le ou les mêmes végétaux, mais qu'elle a pour objet les différences qui existent entre des plantes cultivées dans des conditions identiques de milieu et examinées à un même moment. Bien entendu, ces différences peuvent être d'ordre morphologique ou physiologique.

Une telle manière de voir a l'avantage de caractériser divers points de vue de la biologie végétale en même temps que les techniques qui leur correspondent. Mais ce serait donner à la biologie végétale des cadres trop étroits que de la limiter aux trois points de vue précédents, ontogénique, physiologique, génétique et c'est en passant de l'un à l'autre que nous dégageons quelque aspect nouveau des problèmes qui intéressent notre connaissance des plantes.

Les recherches que nous poursuivons sur la biologie des espèces fourragères et prairiales nous ont amenés à examiner leur composition minérale non seulement au moment de leur utilisation agricole, mais aussi au cours de leur développement.

Cette composition minérale traduit un mode d'alimentation qui dépend en partie des conditions de fertilisation. Elle varie avec la date de la récolte.

Depuis 1924, à la suite de LAGATU et MAUME (1), on a cherché par l'analyse de feuilles judicieusement choisies à apprécier le mode d'alimentation de diverses plantes cultivées (Vigne, Pomme de terre, Maïs, etc.). Il s'agissait de recherches de physiologie, puisque, à chaque époque de prélèvement, la composition minérale d'une feuille appartenant à la plante fertilisée est comparée à celle d'une feuille d'une plante témoin (feuilles homologues, milieu différent). Inversement, on conçoit que si l'on cultive dans des conditions de milieu aussi voisines que possible des variétés différentes, l'étude du diagnostic foliaire de feuilles homologues permettra d'apercevoir des comportements physiologiques qui pouront être considérés comme caractérisant lesdites variétés.

La recherche des feuilles homologues est ici essentielle comme elle l'était

pour LAGATU et MAUME : pour ces derniers, les feuilles qui participent le plus longtemps à la physiologie générale de toute la plante (sur la Vigne, deux premières feuilles comptées à partir de la base des rameaux portant des grappes ; sur le Maïs, troisième feuille à partir de la base de la tige) semblent les plus intéressantes.

Par contre, si l'on cherche avec un nombre restreint de prélèvements à caractériser des variétés différentes, il semble logique de s'adresser à celles d'entre les feuilles qui sont le moins influencées par les conditions déterminantes du milieu. Ainsi procèdent les systématiciens.

Pour distinguer les espèces les unes des autres, ils s'adressent à des organes présentant sans doute une morphologie caractéristique pour chaque espèce, mais échappant en grande partie aux conditions extérieures par suite de la rapidité de leur croissance ; c'est le cas des organes floraux. Nous verrons comment nous nous sommes efforcés de résoudre le problème d'échantillonnage qui se posait à nous.

Les recherches que nous présentons ci-après sont un effort pour utiliser les données de la chimie minérale à la caractérisation des variétés de plantes fourragères. Mais pour choisir les corps chimiques qui serviront de base à ces recherches, il importe de connaître leur cinétique au cours de la croissance de la feuille. C'est la raison qui nous a conduits à déterminer la composition minérale de la feuille de référence durant son ontogénèse.

Les objectifs que nous venons de définir nous imposent un plan de travail dont nous retrouverons les grandes lignes dans l'exposé qui va suivre.

Dans une première partie, prenant comme exemple le Maïs, nous nous servirons des analyses faites de semaine en semaine sur les deux dernières feuilles au-dessous de l'inflorescence mâle, pour retenir la feuille de référence qui nous aidera à caractériser différentes variétés de Maïs cultivées côte à côte à l'École d'Agriculture d'Yvetot. L'étude des documents analytiques nous permettra de justifier le choix que nous avons fait de la dernière feuille comme élément de référence. Nous bornant à un seul prélèvement, nous aurons à rechercher le mode d'expression des résultats qui assurera la caractérisation chimique des variétés.

Dans une seconde partie à la lumière des données acquises antérieurement, nous tenterons d'appliquer le procédé de caractérisation chimique à un certain nombre d'écotypes de Dactyles et de Fléoles réunis à la Station Centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles.

LA CARACTÉRISATION CHIMIQUE DES TYPES DE MAIS

I. — RECHERCHES SUR LE MÉTABOLISME MINÉRAL DES DERNIÈRES FEUILLES DE MAIS

L'analyse de 4 feuilles (deux dernières feuilles au-dessous de l'inflorescence mâle, deux feuilles au-dessous de l'épi femelle) prélevées le même jour

sur un même Maïs fait apparaître pour chacune d'entre elles une composition minérale différente.

On est ainsi amené à penser que le métabolisme et la migration des réserves est différent pour ces quatre feuilles. Évidemment elles ne sont pas au même stade de croissance.

Pour apprécier les conditions de l'alimentation minérale des feuilles de Maïs au cours de la végétation, nous avons prélevé en 1950 la dernière et l'avant dernière feuille d'un Maïs « Étoile de Normandie » cultivé à la Station Agronomique de Rouen. Semis : 8 juin 1950. Premier prélèvement : 27 juillet 1950, le jour de l'apparition des étamines. A cette date les deux feuilles situées au-dessous de l'épi mâle viennent de se dégager de la gaine où elles étaient emprisonnées et permettent un prélèvement de l'échantillon. Les autres prélèvements ont été effectués de 8 jours en 8 jours jusqu'au 29 septembre, date où après la maturation de l'épi, la plante commence à se flétrir. On peut critiquer dans une certaine mesure le choix d'Étoile de Normandie qui constitue une population hétérogène. Au cours de ce travail, en première approximation, nous nous sommes bornés à comparer des échantillons moyens. Les prélèvements étaient assez nombreux (une vingtaine de feuilles aussi bien pour le Maïs que pour les espèces prairiales) pour que cet échantillon puisse être considéré comme caractéristique. Les recherches ultérieures porteront sur d'autres variétés de Maïs et pour chaque population végétale, outre la moyenne, on cherchera à définir l'écart-type.

Nous donnons ci-dessous pour les 10 prélèvements effectués sur ces deux feuilles la composition % de matière sèche en SiO_2, N, P_2O_5, K_2O, CaO. L'évolution de la composition minérale est schématisée dans les graphiques n° 1 et n° 2. (Abréviations : *df*, dernière feuille, *adf*, avant dernière feuille).

	Dates de prélèvement :									
	27-7	1-8	12-8	19-8	25-8	2-9	8-9	15-9	22-9	29-9
N % MS ...										
df ...	1,98	2,12	2,10	2,12	1,98	2,12	1,77	2,06	1,91	1,66
adf ..	2,26	1,93	2,38	2,28	2,22	2,10	2,20	1,91	1,90	1,62
P^2O^5 % MS ...										
df ...	0,25	0,30	0,37	0,23	0,33	0,18	0,29	0,14	0,15	0,24
adf ..	0,35	0,26	0,16	0,31	0,19	0,19	0,14	0,26	0,15	0,18
K^2O % MS										
df	4,66	4,98	4,70	3,04	2,81	3,0	2,11	1,87	1,68	1,50
adf ..	4,96	4,57	2,50	2,64	2,43	3,13	2,31	2,17	1,40	1,21
CaO % MS										
df	0,86	0,75	0,86	1,05	0,99	1,20	1,22	1,39	1,48	2,05
adf ..	0,86	0,71	0,91	0,82	0,92	1,15	1,25	1,68	1,53	1,61
SiO^2 % MS ..										
df	1,30	1,40	1,41	3,5	2,75	4,13	4,66	5,61	5,85	5,94
adf ..	1,97	1,40	2,1	2,4	3,0	4,65	5,15	5,56	5,46	6,29

A. — Évolution dans le temps des éléments dosés

1° *Évolution de la teneur en N % de la matière sèche.* — L'examen du tableau précédent fait apparaître une relative stabilité du pourcentage de N aussi bien pour la dernière que pour l'avant dernière feuille. Les différences entre les divers prélèvements ne dépassent guère 20 %.

Au début du développement, où la photosynthèse est le phénomène essentiel de l'élaboration de la matière sèche, on peut estimer que la protéogénèse se réalise avec le même rythme de telle sorte que le pourcentage d'azote total par rapport à la matière sèche varie peu.

L'équilibre entre l'azote et la matière sèche se maintient même lorsque les feuilles ont atteint leur taille définitive. Il n'y a chute véritable du pourcentage de protéine que dans la dernière semaine de septembre.

Cette relative constance ne se retrouve pas lorsqu'on analyse la plante entière.

D'après GUYON (*in* A. DEMOLON : *La croissance des végétaux*) la teneur en N des tiges et des feuilles de Maïs est de 3,55 % au 20 juillet, de 2,75 au 18 août, de 1,60 au 16 septembre. .

Ces chiffres sont conformes à ce que l'on connaît de l'évolution de la teneur en N de l'herbe, lorsqu'elle passe de l'état jeune à l'épiaison et aux stades ultérieurs.

Il n'y a pas incompatibilité entre les résultats que nous donnons ci-dessus et ceux qui ont mis en évidence de façon constante la richesse en azote total des organes jeunes. A mesure que la plante grandit, le rapport feuilles /tiges diminue ; l'accroissement du pourcentage de tiges moins riches en protéine détermine une réduction du taux d'azote lorsqu'on prélève la plante totale.

2° *Évolution de la teneur en P_2O_5 % de la matière sèche.* — L'étude des pourcentages de P_2O_2 fait apparaître des variations qui s'étalent entre 0,14 % (avant dernière feuille, 8 septembre) et 0,35 % (dernière feuille, 12 août). Nou avons retrouvé cette irrégularité dans la teneur en P_2O_5 dans toutes les feuilles de Graminées fourragères que nous avons analysées. Il semble qu'à une phase d'accumulation succède une phase de migration.

Sous réserve de ces variations, qui se font avec décalage pour la dernière et l'avant dernière feuille, le taux de P_2O_5 semble décroître avec l'âge.

Ces résultats sont conformes à ceux que l'on observe ordinairement : les organes jeunes sont plus riches en P_2O_5. Mais, comme pour l'azote, cette différence est moins marquée pour la feuille que pour la plante entière.

Nous donnons à la fin de ce mémoire la répartition des formes du phosphore dans chaque prélèvement.

3° *Évolution de la teneur en K_2O % de la matière sèche.* — La teneur en K_2O % de la matière sèche est élevée au début de la végétation. Elle est maximum au premier prélèvement pour l'avant dernière feuille (27-7), au second prélèvement (4-8) pour la dernière feuille. On note une chute brusque du pour-

centage au troisième prélèvement pour l'avant dernière feuille, au quatrième pour la dernière feuille. A cet égard, il y a un décalage d'une huitaine de jours entre ces deux feuilles. Ce décalage se retrouve pour d'autres espèces chimiques et à d'autres moments de l'évolution végétative des deux dernières feuilles. Après une période de relative stabilité entre le 19-8 et le 2-9 la teneur en K_2O diminue constamment et régulièrement.

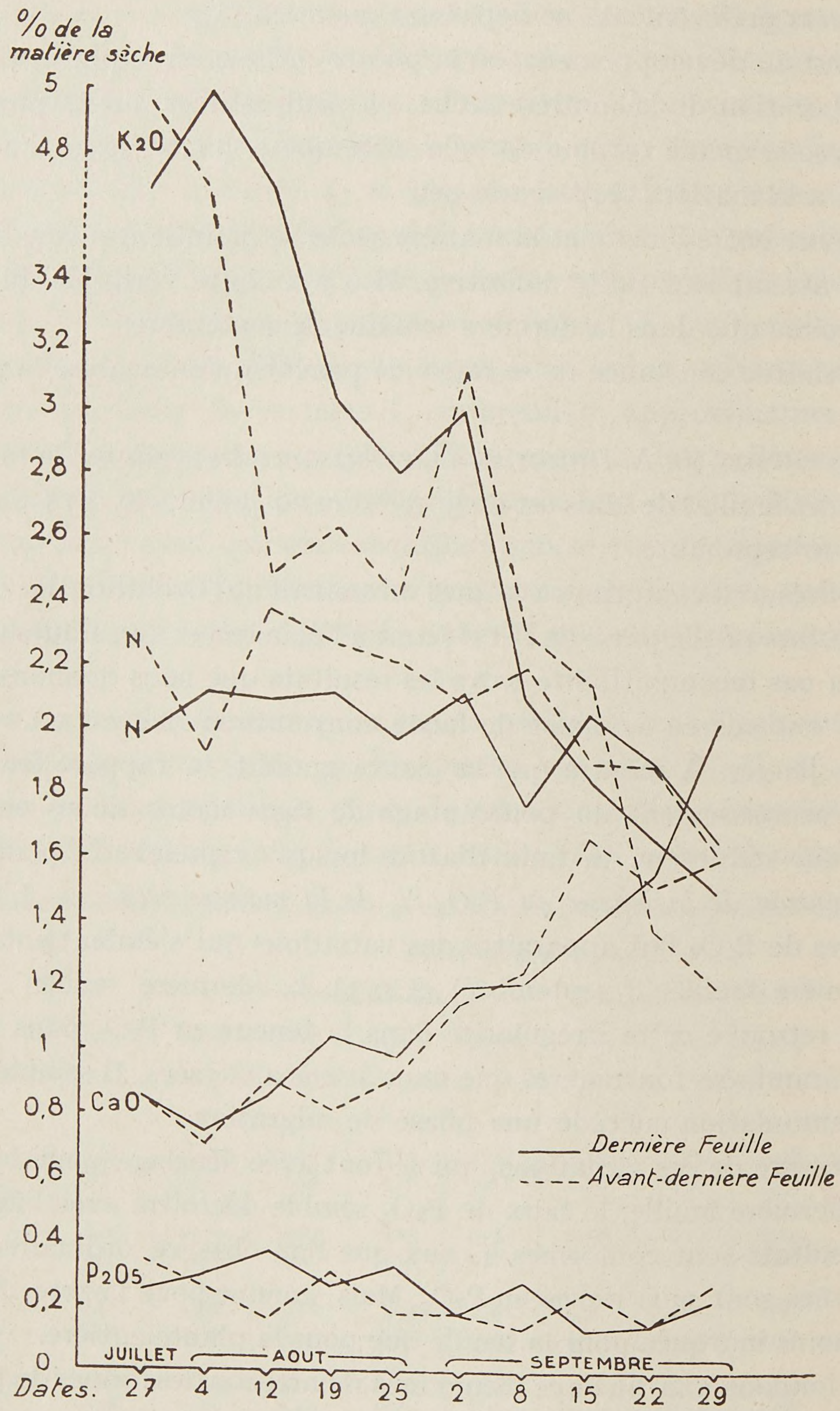


FIG. 1. — Évolution de N, P_2O_5, K_2O, CaO.
(Maïs *Etoile de Normandie*).

Comme pour d'autres éléments chimiques, l'évolution de la dernière feuille est plus régulière que celle de l'avant dernière feuille. Nous comparons plus loin

la teneur en K_2O à celle de CaO % de matière sèche, ce qui nous permettra d'apercevoir d'intéressantes corrélations.

4° *Évolution de la teneur en CaO % de la matière sèche.* — Au cours de la croissance on note une augmentation régulière du taux de CaO du premier au dernier prélèvement. Il y a évolution inverse par rapport à la teneur en K_2O mais tandis que la teneur en CaO passe de 1 à 2, celle de K_2O pendant le même temps décroît de 5 à 1,2.

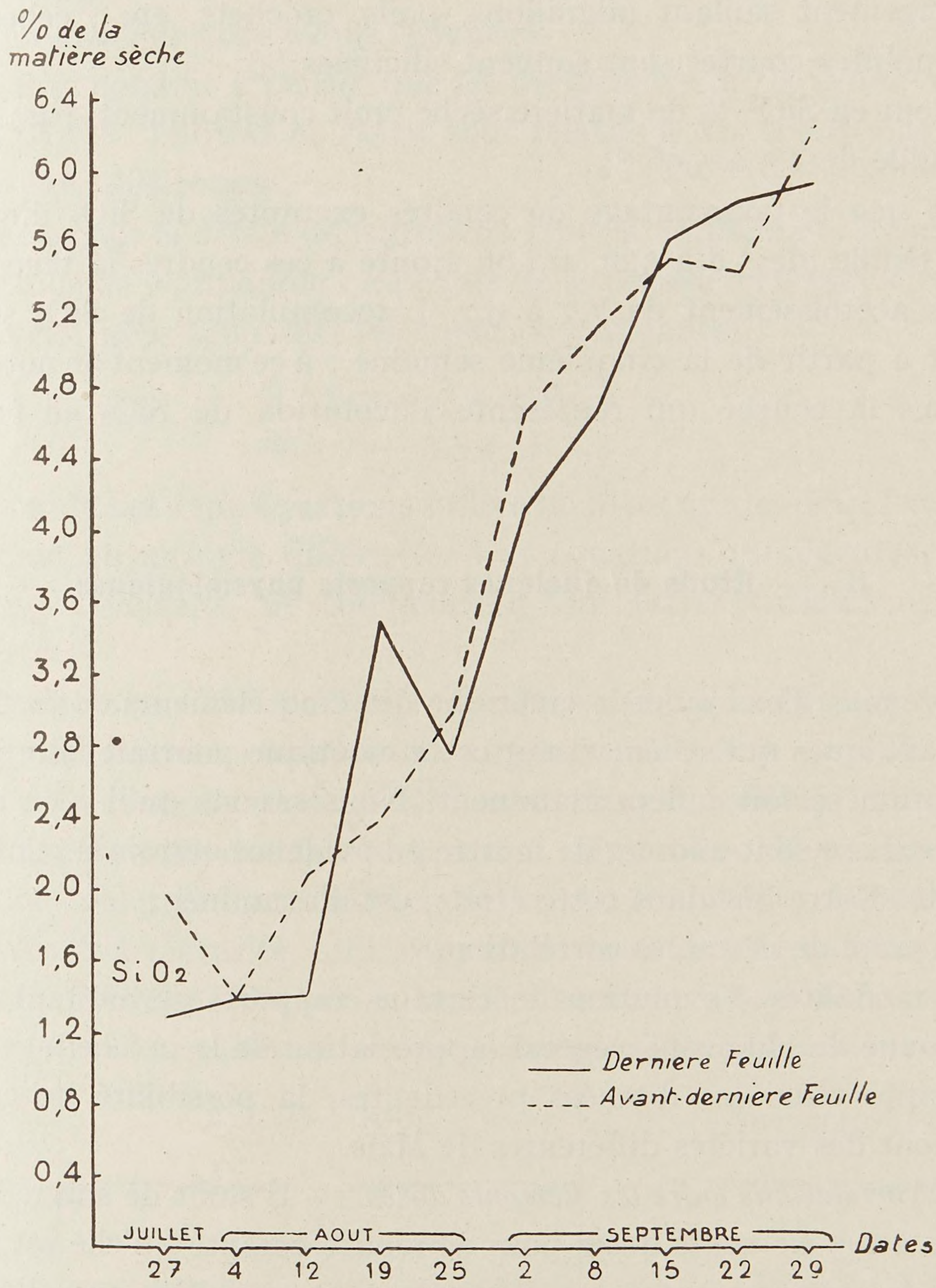


FIG. 2. — Évolution de SiO_2.
(Maïs *Etoile de Normandie*).

5° *Évolution de la teneur en SiO_2 % de la matière sèche.* — On a souvent considéré SiO^2 comme un élément favorable, mais non essentiel à la végétation. L'étude des complexes ferri-siliciques et métallo-siliciques a été abordée par E. M. BASTISSE (2) dans ses recherches sur le rôle vecteur des divers anions minéraux et organiques dans les phénomènes géochimiques et physiologiques. D'autres auteurs ont signalé une relation inverse entre l'assimilation de l'acide phosphorique et SiO_2.

Sans préjuger du rôle physiologique que joue SiO_2, rappelons que la silice constitue un élément important des cendres des Graminées, et que les membranes de ces plantes en contiennent toujours des quantités plus ou moins considérables.

On sait que dans l'épiderme de ces plantes, on rencontre sous des formes très différentes des cellules à silice, associées ou non à des cellules subéreuses. Parmi les cellules exodermiques, à membrane pecto-cellulosique, pourvues d'un prolongement saillant (aiguillons, poils, crochets, etc.), celles qui sont munies de pointes courtes sont souvent silicifiées (3).

La teneur en SiO^2 % de matière sèche croît constamment, passant pour la dernière feuille de 1,3 à 5,96 %.

Tandis que le pourcentage de cendres exemptes de SiO_2 diminue avec l'âge de la feuille (de 5,8 à 3,8), si l'on ajoute à ces cendres la teneur en SiO_2, on note un accroissement de 7,7 à 9,7. L'accumulation de SiO_2 se fait plus rapidement à partir de la cinquième semaine ; à ce moment on note une nette montée dans la courbe qui représente l'évolution de SiO_2 en fonction du temps.

B. — Étude de quelques rapports physiologiques

Nous venons d'examiner la cinétique des cinq éléments dosés. L'observation des graphiques qui schématisent cette cinétique pourrait faire penser que leur absorption se fait indépendamment. Nous savons qu'il n'en est rien et que les auteurs se sont efforcés de mettre en évidence certaines relations entre ces éléments. Notre but dans cette étude, est d'examiner :

1° la réalité de certaines corrélations ;

2° les modalités d'évolution de certains rapports permettant de définir un stade donné du chimisme végétal (appréciation de la précocité) ;

3° compte tenu des données précédentes, la possibilité de caractériser chimiquement des variétés différentes de Maïs.

1° *Les corrélations entre les éléments dosés.* — Il suffit de suivre l'évolution particulière des 5 éléments dosés pour se rendre compte qu'elle est loin d'être régulière. Les rapports entre ces éléments sont variables aux divers stades de développement de la feuille, correspondant à des équilibres successifs. Dans de telles conditions, il semble difficile de trouver une relation simple liant N, SiO_2, CaO, etc.

Ces réserves faites, voici quelques indications sur les corrélations que nous avons pu mettre en évidence.

a) *Relation entre N et P_2O_5.* — Étudiant le diagnostic foliaire chez le Maïs, W. Thomas (4) a donné des courbes représentant la variation relative de la teneur x du feuillage sec en acide phosphorique et de la teneur y en azote. Il a calculé à partir du pourcentage dans les feuilles de N et de P_2O_5 que la relation

existant dans la feuille séchée entre ces deux éléments s'exprime par une équation de régression linéaire :

$$y = 2{,}109\,x + 0{,}488$$

Dans l'étude que nous avons réalisée sur « Étoile de Normandie » et sur diverses variétés de Maïs, pour une cinquantaine de dosages, les teneurs en azote des feuilles séchées variaient de 1,5 à 3,5. Lorsqu'on utilise la formule précédente avec de telles valeurs de y, x varie de 0,48 à 1,43 ; ce sont des teneurs supérieures à celles que nous avons obtenues.

On est ainsi conduit à penser que les coefficients de la droite de regression donnés par W. Thomas et Mack sont relatifs à des conditions de milieu ou à des variétés différentes.

Si l'on construit la droite de regression pour la dernière et l'avant dernière feuille d' « Étoile de Normandie » au cours de la période végétative où nous les avons observées, nous trouvons les équations suivantes :

$$df : y = 1{,}8\,x + 1{,}78$$
$$adf : y = 3{,}5\,x + 1{,}3$$

L'examen de ces deux équations suffit à montrer que les deux feuilles considérées ont une physiologie différente. Les équations précédentes, non plus que celles de W. Thomas, ne conviennent aux autres variétés de Maïs cultivées à Yvetot.

b) *Relation entre CaO et K^2O.* — G. Barbier (5) expérimentant sur un Maïs cultivé sur solution coulante de composition voisine de celle du sol, a montré que si la concentration en K^2O croît dans le milieu, l'absorption de CaO et plus encore celle de Mgo se trouvent diminuées. Il y a antagonisme et substitution ioniques. Les analyses de la plante entière réalisées un mois après les levées et à maturité, font apparaître dans tous les cas une réduction de la teneur en KO et en CaO de la matière sèche au cours de la végétation.

Dates	$\Sigma : (CaO + K^2O)$		Rapp. $\frac{CaO}{K^2O} \times 100$	
	df	*adf*	*df*	*adf*
27-7	129,8	135,8	31,0	29,2
4-8	132,3	122,1	25,4	26,1
12-8	130,3	85,5	31	61,3
19-8	101,9	106,3	58,1	37,9
25-8	90,1	84,3	59,4	63,6
2-9	106,4	107,3	67,2	61,8
8-9	88,2	93,5	97,3	91,2
15-9	89,2	99,1	125	115,4
22-9	88,4	80,2	149,1	184
29-9	105	83,1	230	224,5

Nous donnons ci-dessus le tableau de la variation de la somme CaO + K_2O (en milliéquivalents). Cette variation est parallèle pour les deux der-

nières feuilles. Il s'agit d'une constante diminution, un peu plus poussée pour l'avant dernière feuille plus ancienne. Dans une certaine limite, le vieillissement peut être apprécié par une réduction de la somme $CaO + K_2O$. Si maintenant on suit en fonction du temps la variation du rapport $\frac{CaO}{K^2O}$ on note une constante augmentation.

La variation du rapport $\frac{CaO}{K_2O}$ est suffisamment étendue pour qu'elle permette d'apprécier le stade d'évolution chimique d'une feuille donnée d'un type de Maïs cultivé dans des conditions définies.

On n'est pas ici, à proprement parler, en présence d'une substitution ionique comme le signalait précédemment G. Barbier, mais d'un phénomène général de vieillissement au cours duquel peu à peu l'accroissement du pourcentage de CaO se fait parallèlement à une réduction du taux de K_2O.

Quant à la somme $CaO + K_2O$, si l'on en examine la variation avec le temps, on constate qu'elle comporte une certaine constance, aux environs de 130 dans les trois premières semaines pour la dernière feuille, dans les deux premières semaines pour l'avant dernière feuille. A partir de ce moment, le pourcentage de K_2O baisse brusquement et la somme $CaO + K_2O$ se maintient à un niveau inférieur voisin de 90.

La comparaison de la somme $CaO + K_2O$ dans les deux dernières feuilles est intéressante pour apprécier le niveau d'évolution de la physiologie foliaire.

c) *Relation entre SiO_2 et CaO.* — L'accroissement du taux de SiO_2 correspond, du point de vue morphologique, à une évolution de la structure épidermique qui s'enrichit avec l'âge de cellules silico-subéreuses. Comme parallèlement la paroi moyenne de la membrane fixe des sels de chaux, il est intéressant d'examiner les relations qui peuvent exister entre les deux phénomènes.

Exprimées en milliéquivalents, les teneurs en SiO^2 et CaO sont assez bien reliées par une formule exponentielle de la forme :

$$SiO_2 = C^{CaO}$$

$$\text{ou } \log. SiO_2 = CaO \times \log C$$

Dans le cas particulier que nous étudions C est voisin de $1{,}11 \pm 0{,}03$. (Voir figure 3, p. 65).

2° *Degré d'évolution chimique.* — Au cours des paragraphes précédents, nous avons déjà aperçu comment il était possible d'apprécier le degré d'évolution chimique de la feuille de référence choisie, de façon à ce que les comparaisons entre les variétés, que nous ferons plus loin, soient effectuées à des stades physiologiques aussi voisins que possible.

D'autre part, il sera toujours intéressant de voir dans quelle mesure la maturité chimique coïncide avec les différents stades du développement.

Le pourcentage de cendres (SiO_2 compris) s'accroît avec l'âge en même

temps que les teneurs en silice et en CaO. A l'inverse la teneur en N % de matière sèche a tendance à décroître, moins vite cependant que celle de K_2O. Nous avons vu l'intérêt du rapport CaO/K_2O qui varie beaucoup avec l'âge de la feuille. On peut envisager d'autres rapports pour apprécier le degré d'évolution chimique : $\frac{SiO_2 + CaO}{K_2O}$, $\frac{SiO_2 + CaO}{K_2O + N}$ qui croissent avec le temps. Le rapport $\frac{SiO_2 + CaO}{K_2O}$ (en milliéquivalents) est particulièrement sensible, puisqu'il varie dans la proportion de 1 à 12 ; il présente l'avantage d'associer trois éléments dosés SiO^2, CaO, et K^2O.

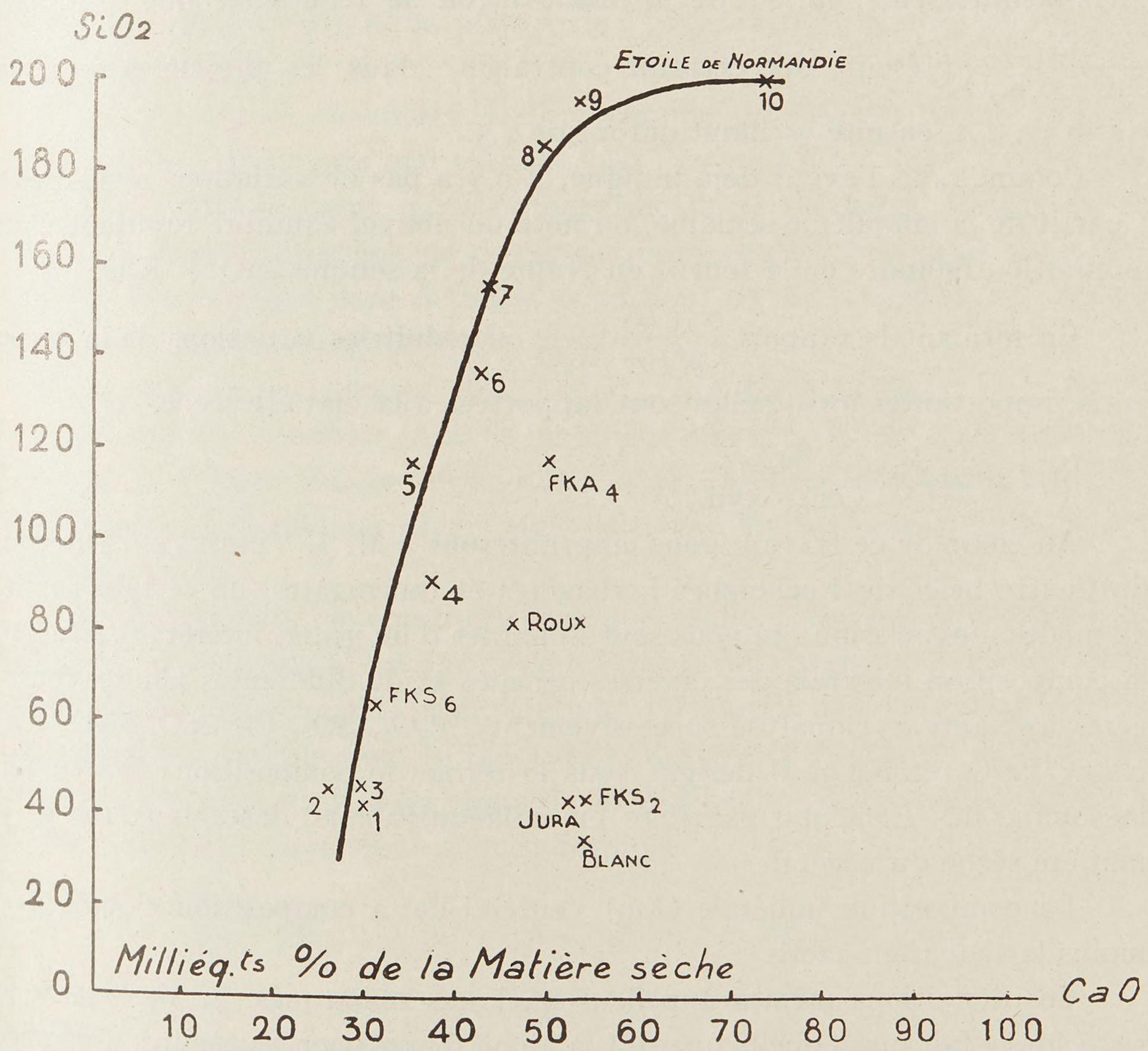


FIG. 3. — Corrélation entre l'absorption de SiO_2 et CaO.

3° *Rapports de caractérisation.* — A l'inverse des rapports qui définissent le degré d'évolution chimique du végétal, les rapports que nous nous efforcerons de dégager pour caractériser un type végétal donné doivent présenter une certaine stabilité au cours de la végétation.

Selon A. DEMOLON, on a parfois admis que chaque espèce végétale présentait un rapport fixe entre les divers éléments minéraux. En fait il suffit de suivre la variation de rapports tels que N/P, N/K, N/Ca pour comprendre

qu'ils caractérisent à chaque stade le mode d'alimentation de la plante dans un milieu donné, ou son métabolisme.

L'étude que nous avons donnée de la cinétique de la composition minérale des deux dernières feuilles du Maïs « Étoile de Normandie » guidera notre choix dans un domaine où tout est variable, mais dans lequel certains éléments ont une évolution parallèle.

a) *Etude du rapport* $\frac{N}{CaO + K_2O}$

Dans le cas particulier que nous étudions, la teneur en N des deux dernières feuilles de Maïs et la somme $CaO + K_2O$, toutes deux exprimées en milliéquivalents, varient de la même façon de telle sorte que le rapport $\frac{N}{CaO + K_2O}$ présente une certaine constance : dans les premières semaines voisin de 1,1, ensuite oscillant autour de 1,5.

Comme nous l'avons déjà indiqué, il n'y a pas de variations régulières et à partir de la cinquième semaine, on note un nouvel équilibre résultant d'une diminution moindre de la teneur en N que de la somme $CaO + K_2O$.

En formant le rapport $\frac{N}{CaO + K_2O}$ on réduit les variations de la teneur en N, importantes lorsqu'elles sont rapportées à la matière sèche.

b) *Le rapport* $\frac{\text{Agl.}}{\text{Cen. oxyd.}}$

Au cours de ce travail, nous emprunterons à M. J. VERDEYEN, Directeur du Centre belge de Recherches herbagères et fourragères, un certain nombre de modes d'expression qui nous sont apparues d'un grand intérêt (7). Étudiant la composition minérale des diverses céréales et de différentes plantes fourragères, cet auteur a analysé successivement : P_2O_5, SO_3, Cl, CaO, MgO, K_2O, Na_2O, Fe_2O_3 et N_2O_5. Il désigne sous le terme de composition globale (Agl) la somme des éléments (exprimés en milliéquivalents) dosés dans 100 gr de matière sèche du végétal.

La composition minérale (Am) s'entend de la composition globale (Agl) moins la teneur en azote.

Ces définitions mêmes appellent quelques remarques. J. VERDEYEN insiste sur ce fait que « quelle que soit la façon d'exprimer les cendres d'un végétal, cette expression sera toujours conventionnelle ».

Par incinération on peut obtenir les cendres carbonatées (c'est le cas le plus fréquent), soit encore les cendres sulfatées, soit les cendres nitratées ; mais ce procédé donne lieu à des pertes de chlore et les cendres renferment une quantité de bases chlorurées variables avec la quantité de chlore présente.

Au contraire, l'analyse élémentaire permet de calculer les cendres théoriques, sous leur forme oxydée (cendres oxydées = $P_2O_5 + SO_3 + CaO$...).

En plus de la composition minérale Am, la composition globale Agl comprend l'azote également sous sa forme oxydée (N_2O_5) qui est la plus courante

au point de vue réactionnel. Utilisant la notion de densité de cendres oxydées, c'est-à-dire du nombre de milliéquivalents d'éléments dosés par gramme de cendres oxydées, J. VERDEYEN a montré que pour un certain nombre de plantes (dont le blé Jubilé) et pendant la période la plus active de la végétation, la densité de Am et celle de Agl sont constantes (respectivement égales à 28 et 22). Les recherches auxquelles nous venons de faire allusion présentent une grande importance car l'effort analytique qui a pu mettre en évidence une telle stabilité est beaucoup plus exhaustif que le nôtre : il porte sur les 9 éléments précédemment cités.

Dans l'analyse d'espèces appartenant à la famille des Graminées, on peut regretter de ne pas voir figurer un élément aussi important que la silice qui représente, suivant l'âge de la plante, de 25 % à 150 % des cendres oxydées exemptes de SiO_2.

Il est d'usage de considérer la silice comme un élément dont l'incidence physiologique, sans doute mal précisée, est peu marquée. Il ne s'agit certainement pas d'un élément qui s'emmagasine de façon inerte. Il joue un rôle important dans la morphologie des épidermes (cellules silico-subéreuses) et on ne peut concevoir que dans de telles conditions on ait négligé de le faire figurer à côté des autres corps dosés.

Rapportée à nos dosages (P_2O_5, SiO_2, K_2O, CaO) la densité des cendres de la composition minérale (Am) se maintient assez stable au cours de la végétation de la dernière feuille (26 au début à 31,2 à la fin). Lorsqu'on la calcule pour la dernière feuille des divers Maïs cultivés à Yvetot, cette densité se situe entre 28,4 et 31,5.

Il y a là une relative constante analogue à celle qu'a signalée J. VERDEYEN tant pour les densités de Am que de Agl. Nous la retrouverons pour les Dactyles et les Fléoles. L'agronome belge a étudié l'évolution de Am en fonction de la composition globale pour le blé Jubilé. Mettant en œuvre les analyses réalisées sur la plante entière au cours de sa végétation, il a pu reconnaître que les valeurs de Agl décroissent selon la formule :

$$\frac{\text{Agl}}{e^{\text{Am}}} = K \qquad \text{d'où} \qquad \log \text{Agl} = \text{Am} \log e + \log K$$

(dans Agl et Am, SiO_2 est exclu)

Si l'on utilise une formule analogue pour les analyses effectuées sur la dernière feuille du Maïs Étoile de Normandie (SiO_2, N, P_2O_5, CaO, K_2O) les valeurs de K sont quelque peu différentes au cours de la végétation.

Par contre si pour la dernière feuille du Maïs Étoile de Normandie, on compare Agl à la densité de cendres oxydées (exemptes d'azote) en formant le rapport

$$\frac{\text{Agl}}{\text{Cend. oxy.}} = \frac{N_2O_5 + SiO_2 + P_2O_5 + K_2O + CaO \text{ en (milliéquivalents)}}{SiO_2 + P_2O_5 + K_2O + CaO \text{ (en gr. \% de mat. sèche)}},$$

ce rapport se maintient assez semblable à lui-même.

Voici les chiffres trouvés pour les divers prélèvements :

	Cend. oxyd. % M. S.	Agl	Am	$\frac{Am}{d}$	$\frac{Agl}{d}$
27-7-50.....	7,07	324,3	182,3	26	45,5
4-8-50.....	7,43	342,9	191,6	25,8	44,5
12-8-50.....	7,34	342,5	192,5	26,1	46,6
19-8-50.....	7,82	379,6	128,6	28,5	48,8
25-8-50.....	6,8	339,1	197,1	27	49,9
2-9-50.....	8,51	402	251	29,6	47,2
8-9-50.....	8,28	381,4	255,4	30,9	46
15-9-50.....	9,07	428,1	281,1	31,2	47,1
22-9-50.....	9,15	425,7	289,7	30	46,6
29-9-50.....	9,74	430,1	312,6	32,3	44,4

Dans ce tableau *d* représente les cendres oxydées (non compris l'azote) : SiO_2, P_2O_5, K_2O, CaO.

II. — ESSAI DE CARACTÉRISATION VARIÉTALE DU MAIS

L'étude cinétique des deux dernières feuilles du Maïs « Étoile de Normandie » nous a permis d'apercevoir dans le chimisme foliaire des rapports variables avec l'âge et d'autres qui conservaient une certaine stabilité.

En nous appuyant sur les résultats que nous venons d'exposer, nous allons maintenant chercher à caractériser 5 variétés de Maïs cultivées côte à côte à Yvetot. Les données analytiques que nous avons rassemblées un peu plus loin ont porté sur le dosage de quatre feuilles singulières, les deux dernières sous l'inflorescence mâle, les deux feuilles situées immédiatement au-dessous du premier épi femelle. Auparavant nous indiquerons les raisons qui nous ont conduits à choisir une feuille de référence, la dernière et une date de prélèvement.

A. — Choix d'une feuille de référence et d'une date de prélèvement

Lorsqu'on examine la composition minérale des deux dernières feuilles d'Étoile de Normandie au cours de leur développement et celle des 4 feuilles prélevées sur les variétés cultivées à Yvetot, on se rend compte que pour une plante donnée le développement de chacune de ses feuilles semble se réaliser de façon autonome.

Chacune d'entre elles a un métabolisme minéral qui lui est propre ; les échanges qu'elle réalise avec les autres parties de la plante lui sont particuliers. Sans préjuger de l'importance de ces échanges, nous avons déjà noté des décalages dans l'évolution chimique des deux feuilles étudiées sur « Étoile de Normandie ».

Si l'on suit par exemple comment varie le rapport $\frac{SiO_2}{CaO}$ dans ces deux feuilles, on constate qu'il est tantôt plus élevé dans l'une, tantôt dans l'autre.

Il en est de même du rapport K_2O/CaO qui définit assez bien le stade de vieillissement : alors qu'il devrait toujours être plus faible pour l'avant dernière feuille plus ancienne que la suivante, si les développements étaient complètement parallèles, il est tantôt en faveur de l'une, tantôt en faveur de l'autre.

En outre, nous avons indiqué à plusieurs reprises le caractère plus irrégulier de l'évolution chimique de l'avant-dernière feuille, ce qui rend son utilisation comme élément de référence moins commode.

Si maintenant on considère les variétés cultivées à Yvetot dont quatre feuilles singulières ont été analysées, il apparaît que leurs compositions minérales, si elles ont entre elles quelques corrélations, ne sont liées que selon des lois très compliquées. La teneur en azote % de matière sèche n'est pas toujours plus élevée pour les feuilles les plus récemment apparues. Par contre la dernière feuille au-dessous de l'inflorescence mâle est généralement moins riche en CaO. Si l'on considère maintenant les rapports $\frac{SiO_2}{CaO}$ et $\frac{K_2O}{CaO}$ pour toutes les variétés étudiées, ils sont plus élevés dans la dernière feuille que dans l'avant dernière.

Pour comparer entre elles des variétés cultivées côte à côte, nous sommes conduits à choisir des feuilles homologues [1]. La dernière feuille est caractérisée par sa physiologie particulière ; de plus, apparue la dernière elle a été moins longtemps sous l'influence des facteurs externes.

Ce faisant, nous tenons compte des nombreuses observations faites par les botanistes morphologistes qui ont étudié l'épiderme des Graminées.

H. Prat (3), dans ses recherches sur l'épiderme des Graminées, a rappelé quel était le régime de différenciations d'ensemble de l'épiderme. De la base au sommet du chaume, les types d'épidermes sont de plus en plus différenciés. Cette disposition qui semble générale chez les chaumes fructifères est désignée sous le nom de gradation. Les feuilles basales, qui, chez les Graminées, ont à peu près le même aspect que les autres feuilles à la consistance près, sont des feuilles juvéniles. Les différences épidermiques qu'on note entre les feuilles successives semblent être liées à l'influence florale ; la constitution des épidermes dépend du stade d'évolution des tissus au moment de leur différenciation.

D'une façon générale les feuilles du chaume sont d'autant plus transformées, plus différentes de la partie végétative basale qu'elles sont plus proches de l'inflorescence. « L'accélération du vieillissement des tissus d'un étage à l'autre est limitée par deux événements : la floraison et la fructification qui épuisent le chaume et arrêtent le déroulement de tous les autres phénomènes. »

« L'allure de la distribution des épidermes exprime donc un compromis entre les deux catégories de transformation subies par la plante. »

[1] L'importance de la notion d'homologie a été mise en évidence par E. Miège. (Sur la valeur taxonomique des caractères foliaires des céréales, *C. R. Ac. Sc.*, CXCIII p. 1453, 1931).

« Les graminées annuelles sont arrêtées très tôt dans leur développement, ce qui explique le caractère peu évolué de leurs feuilles. »

H. PRAT insiste bien sur ce fait que les variations de l'épiderme ne font que suivre celles de l'anatomie. A la maturation épidermique correspond un accroissement du nombre de cellules subéro-siliceuses.

Dans de telles conditions, il convenait d'examiner l'évolution de la composition minérale de deux feuilles la plus proche de l'inflorescence mâle et la plus proche de la base pour apprécier la corrélation qui peut exister entre morphologie et physiologie.

Il suffit de se reporter au tableau qui donne l'analyse des diverses feuilles des Maïs d'Yvetot pour reconnaître :

1° que la feuille terminale est constamment plus riche en SiO_2 (maturité) et en N (critère de jeunesse) que la feuille inférieure ;

2° qu'en ce qui concerne CaO et K_2O leur teneur est tantôt plus élevée, tantôt plus faible dans l'une ou l'autre feuille.

Ainsi donc, la feuille terminale reste à la fois la plus évoluée du point de vue de la teneur en SiO_2 et la plus riche en protéine. L'évolution physiologique quant aux bases, est particulière à chaque feuille et différente pour les diverses variétés. (Cf. le tableau ci-dessous).

Toutes ces considérations nous amènent à reprendre les conclusions de H. PRAT lorsqu'il se propose de rechercher des caractères épidermiques indépendants de l'influence du milieu. Elles tendent :

1° Sur des plantes complètement fleuries, c'est-à-dire ayant eu une croissance normale, à n'utiliser que les bractées florales et les feuilles les plus voisines de l'inflorescence, organes à croissance rapide échappant plus que les autres à l'action du milieu ;

2° A ne comparer que des organes exactement homologues (feuilles de même niveau).

Notre choix s'est porté sur la dernière feuille avant l'inflorescence mâle. De même que la comparaison des épidermes doit servir avant tout la systématique, l'analyse chimique a ici pour objectif principal d'aider au classement génétique des variétés étudiées.

Une fois la feuille de référence déterminée, la date du prélèvement doit être envisagée avec soin. La croissance de la dernière feuille est rapide et elle atteint vite son complet développement. Ce serait un grave inconvénient si la date du prélèvement était liée à un stade physiologique strict, l'anthèse par exemple.

Le prélèvement doit être réalisé le même jour pour diverses variétés de développement analogue. L'étude cinétique que nous avons donnée ci-dessus montre qu'il y a du point de vue de la composition minérale trois stades pendant lesquels cette composition présente une certaine stabilité : les 4 ou 5 premières semaines sont caractérisées par un taux élevé de K_2O et en milliéquivalents une relative constance de la somme $CaO + K_2O$. Cette somme diminue

Analyse de 4 feuilles singulières de divers types de Maïs

	N Tot. %	P^2O^5 %	SiO^2 %	CaO %	K^2O %
Maïs Jura (Menotey)					
df	1,73	0,40	1,34	1,95	2,52
adf	2,24	0,38	0,90	2,04	1,75
épi femelle 1re f.	1,60	0,34	1,38	1,88	2,73
2e f.	1,38	0,29	1,18	2,03	2,0
Maïs Blanc des Landes (Yvetot)					
df	3,39	0,08	1,61	1,32	2,28
adf	3,26	0,15	1,91	1,73	2,34
épi femelle 1re f.	2,73	0,071	1,64	1,58	1,93
2e f.	2,29	0,11	1,10	1,46	2,63
Maïs Roux des Landes (Yvetot)					
df	4,70	0,33	2,48	1,65	3,07
adf	2,44	0,13	1,64	1,34	2,52
épi femelle 1re f.	2,60	0,18	1,46	1,73	1,72
2e f.	2,53	0,11	1,61	1,86	1,17
Maïs Hyb. Am. FKA4 (Yvetot)					
df	3,61	0,27	3,54	1,78	2,21
adf	2,97	0,47	1,96	2,26	2,40
épi femelle 1re f.	2,76	0,15	1,47	1,84	1,39
2e f.	2,50	0,06	2,01	1,82	1,80
Maïs Hyb. Am. FKS6 (Yvetot)					
df	2,66	0,10	1,95	1,09	1,85
adf	3,61	0,12	2,15	1,34	2,13
épi femelle 1re f.	2,33	0,14	1,32	1,54	2,72
2e f.	2,51	0,16	1,26	1,45	2,39
Maïs Hyb. Am. FKS2 (Yvetot)					
df	2,27	0,22	1,30	1,82	3,10
adf	1,85	0,28	1,15	1,69	2,34
épi femelle 1re f.	2,42	0,22	0,90	1,34	2,25
2e f.	1,54	0,18	1,15	1,40	2,16

ensuite et tandis que K_2O diminue brusquement, SiO_2 augmente. Au troisième stade, dans les deux dernières semaines, on note une baisse notable de la teneur en N et un accroissement marqué de SiO_2 et CaO (Étoile de Normandie).

B. — L'exploitation des résultats analytiques et la caractérisation chimique

L'ensemble des considérations précédentes nous conduits à tenter d'utiliser la dernière feuille de Maïs, située sous l'inflorescence mâle, comme feuille de référence pour comparer chimiquement divers types de Maïs semés en même temps et cultivés côte à côte.

Les variétés réunies à Yvetot avaient des précocités différentes : au 5 août 1950 pour les variétés françaises Blanc et Roux des Landes, environ 10 % des inflorescences mâles étaient nettement dégagées mais l'anthèse n'avait pas eu lieu.

Le même stade physiologique était atteint au 8 septembre 1950 pour les

hybrides américains FKA4, FKS6, FKS2. Le prélèvement a été fait pour toutes les variétés le 10 septembre 1950.

Nous avons joint les résultats analytiques d'un Maïs cultivé à Menotey (Jura) dont les feuilles ont été prélevées le 20 août 1950.

Il peut paraître bien difficile de comparer des variétés aussi différentes que les hybrides américains qui sont des F1 × F1 et des populations de pays. La variabilité entre ces divers types ou « variétés » est fondamentalement différente. Dans ce premier mémoire, nous nous sommes tout d'abord préoccupés de dégager des techniques de caractérisation d'un échantillon moyen sans explorer la variabilité. Bien entendu, notre but est de parvenir à rapprocher les types qui ont entre eux des analogies évidentes du point de vue biologique ou qui présentent même certaines relations génétiques. Pour l'instant, nous nous sommes contentés de distinguer nos Maïs, soit par des procédés graphiques, soit en définissant un type par un ou plusieurs chiffres représentant synthétiquement pour un moment donné un équilibre physiologique déterminé.

On conçoit évidemment que la simple reproduction des données analytiques relatives à chaque variété pourrait à la rigueur nous permettre d'atteindre notre but. Nous pensons cependant que notre représentation doit être explicite, soit graphiquement, soit en dégageant de nos tableaux une ou plusieurs expressions synthétiques fondées notamment sur des rapports physiologiques stables.

1° *Représentation graphique.* — A l'exemple de ce qu'il est habituel de faire dans les recherches sur le diagnostic foliaire, il est possible de représenter chaque feuille de référence par un point dans un triangle équilatéral dont le côté est égal à 100. On calcule en milliéquivalents les teneurs en N, P_2O_5 et K_2O ou $K_2O + CaO$ % de matière sèche et l'on prend égal à 100 la somme de ces différents éléments.

Cette représentation nous est apparue d'un intérêt médiocre, car elle ne tient pas compte de la silicification qui est importante pour les Graminées.

Nous avons préféré représenter chaque variété par leur teneur % de matière sèche en N, P_2O_5, KO_2, CaO, SiO_2, à partir d'ordonnées régulièrement espacées et disposées dans l'ordre ci-dessus. Nous avons multiplié le taux de P_2O_5 total par 5, pour qu'à l'échelle des autres éléments, sa lecture en soit plus aisée, et l'ordre choisi s'est proposé de rapprocher CaO et SiO_2, puisque nous avons mis en évidence une certaine relation entre la silicification et la calcification.

Au lieu de représenter les teneurs % de matière sèche on peut porter en ordonnées les mêmes valeursex primées en milliéquivalents. (Voir figure 4 p. 73).

Cette représentation graphique suggère diverses observations :

a) l'existence d'une certaine analogie entre les variétés françaises Blanc et Roux des Landes, mais cette dernière est plus riche en N, P_2O_5, K_2O, CaO et SiO_2. Si l'on forme le rapport $\frac{N}{P_2O_5 + CaO + K_2O + SiO_2}$ (en milliéqui-

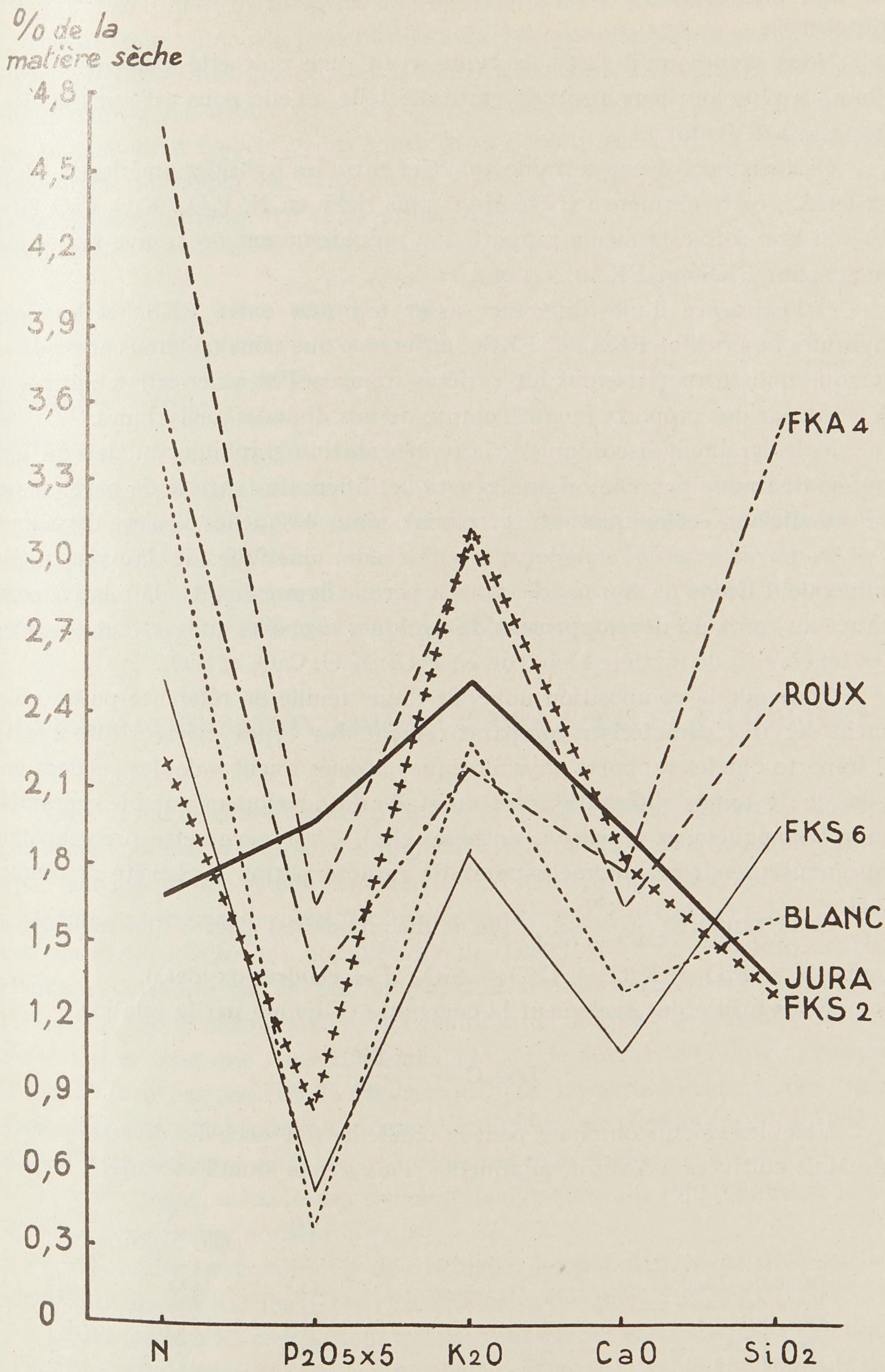


FIG. 4. — Diagrammes caractéristiques de quelques variétés de Maïs. (Composition minérale de la feuille de référence).

valents) on obtient un chiffre très voisin pour l'une et l'autre (respectivement 1,6 et 1,5).

Nous savons qu'il s'agit de types ayant une précocité analogue et nous donnons plus loin leur aptitude culturale telle qu'elle nous est apparue dans nos essais d'Yvetot.

b) l'existence d'une certaine analogie entre les hybrides américains FKS6 et FKA4, cette dernière variété étant plus riche en N, P_2O_5, K_2O, CaO, SiO_2.

Si l'on forme le même rapport que précédemment on trouve respectivement pour FKS6 et FKA4, 1,3 et 1,1.

c) l'existence d'une différence assez marquée entre FKS2 et les deux hybrides américains FKA4 et FKS6, différence que nous mettrons en évidence lorsque nous caractériserons les variétés françaises et américaines cultivées à Yvetot par des rapports tenant compte de nos données analytiques.

d) le caractère discordant de la représentation graphique du Maïs du Jura qui se distingue par une origine génétique différente (variété de pays) et par les conditions écologiques (sol et climat) dans lesquelles il s'est développé.

2° *Caractérisation numérique.* — L'étude cinétique de la composition minérale d'Étoile de Normandie nous a permis de reconnaître la relative constance au cours du développement de quelques rapports qui mettent en œuvre les teneurs % de matière sèche, de N, P_2O_5, K_2O, CaO, et SiO_2.

Pour que la composition minérale d'une feuille de référence puisse utilement servir à caractériser comparativement des types cultivés côte à côte, il importe que les rapports physiologiques utilisés soient valables pendant une période de temps suffisante après un stade de développement bien repérable morphologiquement (épiaison, anthèse, etc.). C'est avec cette préoccupation que nous prendrons comme rapport de caractérisation la densité de cendres $\frac{Agl}{d}$ et le rapport $\frac{N}{CaO + K_2O}$ (en milliéquivalents) (Agl = (en milliéquivalents) $N + P_2O + K_2O^5 + CaO + SiO_2$, d = cendres oxydées).

Nous utiliserons également la constante C définie par la relation

$$\text{Log } C = \frac{\log SiO^2}{CaO}.$$

Voici les valeurs obtenues pour la feuille de référence des diverses variétés de Maïs cultivées à Yvetot, auxquelles nous avons ajouté la variété Jura.

	$\frac{Agl}{d}$	$\frac{N}{CaO + K^2O}$	C
Blanc des Landes	74,4	2,53	1,086
Roux des Landes	73,8	2,70	1,088
Hyb. FKS6	67,5	2,43	1,113
Hyb. FKA4	64,3	2,33	1,087
Hyb. FKS2	77,7	1,24	1,060
Jura	69,5	1	1,056

L'examen du tableau précédent, comme celui du graphique, conduit aux mêmes conclusions : l'analogie entre Blanc et Roux des Landes, entre FKS6

et FKA4, une différence marquée de l'hybride FKS 2. Parallèlement aux recherches qui font l'objet du présent mémoire, les types de Maïs réunis à Yvetot ont été cultivés en vue d'en étudier la valeur fourragère. Les variétés françaises ont été récoltés le 8 août 1950 et les hybrides américains le 6 septembre 1950 ; elles se trouvaient respectivement aux deux dates précédentes à peu près au même stade physiologique, celui de l'anthèse. Voici quelques indications sur les rendements obtenus et l'analyse des récoltes.

	Mat. sèche récolté à l'ha	Protéine % M. S.	P^2O^5 % M. S.	CaO % M. S.
Blanc des Landes	7,420	12,3	0,8	1,05
Roux des Landes	5,140	12,7	0,6	1,1
FKS6	7,400	8,5	0,75	1,5
FKA4	6,970	8,9	1,1	1,25
FKS2	7,900	7,3	0,6	1,34

Nous donnerons à la fin de ce premier mémoire quelques conclusions valables pour les Maïs d'Yvetot et les espèces prairiales, Dactyles et Fléoles cultivés à Versailles. Nous nous bornerons ici à l'exposé des procédés de caractérisation comparative qu'il nous a été possible de mettre en évidence.

LA CARACTÉRISATION CHIMIQUE DES ESPÈCES PRAIRIALES

Dans l'essai de caractérisation chimique des divers Maïs cultivés à Yvetot, nous nous sommes fondés sur les données d'une étude cinétique de la composition minérale d'une feuille de référence. Notre objectif, bien qu'il s'inspire des mêmes préoccupations, est quelque peu différent en ce qui concerne l'étude que nous avons faite des populations de Dactyles et de Fléoles des prés réunies à Versailles par la Station Centrale d'Amélioration des Plantes. En l'absence d'une étude préalable de l'évolution chimique d'une feuille de référence comme celle que nous avons réalisée sur le Maïs Étoile de Normandie, il nous était ne pas possible de dégager quelques rapports ayant une constance suffisante pour caractériser un groupe d'individus issus des graines d'une même plante. Nous réalisons cette année même une telle étude.

Présentement, à l'aide des données analytiques qui sont réunies à la fin de ce mémoire, nous nous proposons :

1° d'étudier les possibilités de distinguer les populations de diverses origines cultivées à Versailles (Dactyles et Fléoles des près) ;

2° d'examiner les corrélations qui peuvent exister entre l'analyse chimique d'une feuille de référence et le comportement végétatif des divers éléments des populations cultivées (précocité, résistance au froid) ;

3° de comparer des plantes mères et leurs descendances obtenues par fécondation libre et par autofécondation.

Nous donnerons quelques indications concernant le matériel utilisé à propos de chaque espèce prairiale. Dès maintenant nous devons remercier nos collègues de la Station Centrale d'Amélioration des Plantes à Versailles et notamment M. REBISCHUNG, de l'aide qu'ils nous ont apportée en nous guidant à travers les collections et nous permetant d'utiliser leurs observations personnelles.

La collaboration entre l'étude génétique et l'analyse chimique nous apparaît le principal mérite de la présente recherche.

I. — COMPOSITION MINÉRALE ET COMPORTEMENT BIOLOGIQUE DE POPULATIONS DE DACTYLES

Matériel étudié : des prélèvements de la dernière et de l'avant dernière feuille de touffes de Dactyle ont été effectués le 15 juin 1950 en vue de l'analyse de leur teneur en N, P_2O_5, K_2O, CaO, SiO_2. Ces touffes, cultivées et suivies par la Station Centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles étaient issues de graines 1,2 3... provenant de plantes 1, 2, 3... récoltées dans différentes régions de France, Nîmes, Vosges, Lannemezan, etc.

Ainsi, sur la plante n° 5 de Nîmes, on a récolté 1, 2, 3... graines qui ont donné naissance aux touffes servant de matériel d'étude.

Pour chaque population, Nîmes, Vosges, Lannemezan, etc. un échantillon moyen a été prélevé sur les différentes touffes qui représentent cette population.

Par ailleurs, sur des Dactyles provenant de la région parisienne, des autofécondations ont été effectuées par la Station Centrale. Des prélèvements de feuilles ont été faits sur les plantes mères et leurs descendances en fécondation libre et en auto-fécondation.

Nos recherches ont porté sur les différences qui existent, ou des corrélations possibles :

1° entre la composition minérale de la dernière et l'avant dernière feuille de la tige fructifère ;

2° entre la composition minérale des divers échantillons moyens représentant les diverses populations géographiques et la variabilité de cette composition à l'intérieur de la population ;

3° entre la composition minérale des éléments d'une population donnée et leur comportement biologique (précocité, résistance au froid) ;

4° entre les plantes mères et leur descendance en fécondation libre et en auto-fécondation.

1° *Composition minérale des dernière et avant dernière feuilles.* — Il suffit d'examiner les tableaux réunis à la fin du présent mémoire pour se rendre compte que les deux feuilles situées immédiatement au-dessous de l'inflorescence ont une physiologie différente que traduit la différence de leur composition minérale.

Ainsi, bien que la dernière feuille soit la plus jeune, elle est tantôt plus, tantôt moins riche en azote que la suivante. Il en est de même pour P_2O_5, pour le rapport $\frac{SiO_2}{CaO}$, $\frac{SiO_2}{CaO + K_2O}$ (en milliéquivalents), pour les cendres oxydées ($SiO_2 + P_2O_5 + K^2O + CaO$). Par contre, sur 54 Dactyles étudiées, la dernière feuille est plus riche en SiO_2 que l'avant dernière dans 48 cas.

La richesse de la dernière feuille en CaO est plus élevée que celle de l'avant dernière dans 42 Dactyles.

C'est l'inverse pour K_2O qui est plus abondant dans l'avant dernière feuille que dans la dernière (dans 45 cas sur 54 examinés).

Quant à la somme des bases $K_2O + CaO$ (en milliéquivalents) elle est généralement plus élevée dans la dernière feuille. Le Dactyle est une espèce généralement précoce à évolution rapide et l'existence de différences marquées entre les deux dernières feuilles en ce qui concerne SiO_2 et CaO confirme cette manière de voir.

Compte tenu de ces différences et pour utiliser des feuilles homologues, nous sommes conduits à choisir la dernière feuille comme élément de référence en vue des comparaisons que nous nous proposons de faire maintenant de diverses populations géographiques de Dactyle.

2° *Les diverses populations géographiques et leur variabilité.* — Nous comparerons entre elles la composition minérale des dernières feuilles de Dactyle prélevées sur un certain nombre de populations réunies à Versailles.

Origine	N	P^2O^5	K^2O	CaO	SiO^2
	pour cent de matière sèche				
Nîmes	2,98	0,36	3,14	2,71	8,17
	3	0,086	1,66	1,43	6,3
	3,96	0,25	2,59	2,46	11
Vosges	3,61	0,19	2,14	2,60	8,02
	1,12	0,09	1,50	1,91	5,17
	3,21	0,16	3,14	2,85	11,3
Lannemezan.....	2,40	0,082	1,44	2,45	9
	1,58	0,069	0,94	2,70	6,44
	2,58	0,30	2,44	3,86	9,88
Gavarnie	2,16	0,087	1,61	2,62	9,07
	2,56	0,054	1,61	2,70	6
	3,35	0,11	2,42	3	8,06
Pyrénées 1.300 m..	2,55	0,16	1,75	3,10	8,27
	1,50	0,14	0,94	2,50	5,33
	2,76	0,19	1,48	3,37	6,82
Pyrénées 1.800 m..	2,91	0,18	1,99	2,91	6,74
	2,55	0,055	1,18	3,32	5,92
	3,02	0,23	2,47	3,91	10,33

Ainsi que nous l'avons fait précédemment pour le Maïs, nous utiliserons une représentation graphique de cette composition minérale.

Les six populations représentées sont originaires de Nîmes, des Vosges,

du Lannemezan, de Gavarnie, des Hautes-Pyrénées, à 1.300 et 1.800 mètres d'altitude.

Un échantillon moyen a été prélevé sur chacune de ces populations dont nous donnons la composition % de matière sèche. Au dessous de cette composition moyenne, nous indiquons les teneurs extrêmes correspondant à des prélèvements faits sur des touffes appartenant aux diverses populations.

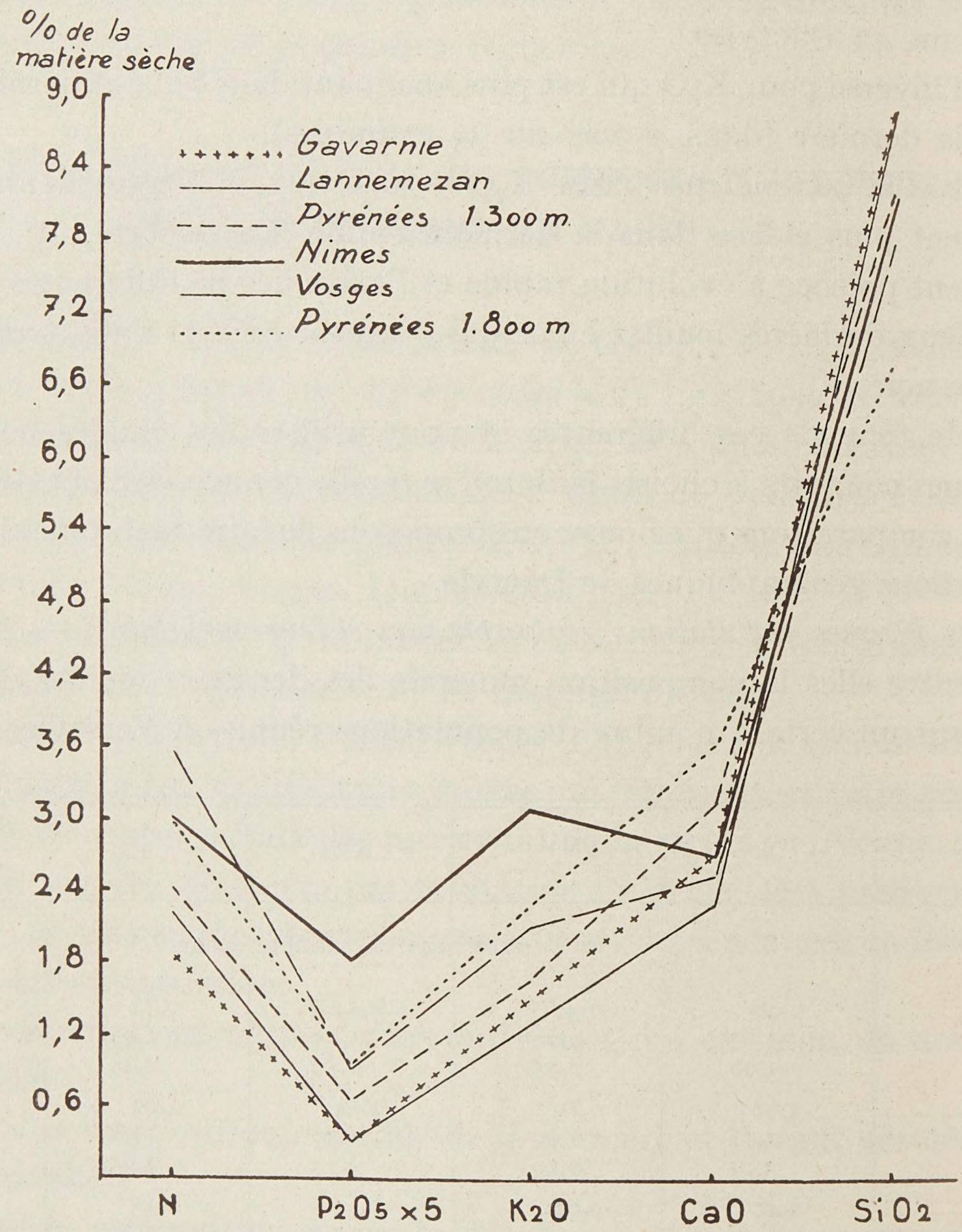


FIG. 5. — Diagrammes caractéristiques de populations de Dactyle. (Composition minérale de la feuille de référence).

L'examen du tableau précédent nous rend compte de l'étendue des variations des divers éléments dosés pour les 6 moyennes et les 48 touffes inventoriées.

Ainsi la teneur en N	varie	de	1,12	à	3,95
celle de P_2O_5	»	de	0,054	à	0,36
» de K_2O	»	de	0,94	à	3,14
» de CaO	»	de	1,43	à	3,91
» de SiO_2	»	de	5,03	à	11,3

Ces simples remarques suffisent à montrer que si CaO et SiO_2 varient rela-

tivement peu (de 1 à 2,5), K_2O et N se retrouvent avec des variations de l'ordre de 1 à 3,3 ou 3,7. P_2O_5 est l'élément qui est le moins constant (variation de 1 à 6).

C'est donc aux trois éléments N, P^2O^5, K^2O que nous nous adresserons en premier lieu pour différencier nos 6 populations. Nous examinerons ensuite en même temps que la variabilité à l'intérieur de la population si certaines corrélations ne caractérisent pas certains écotypes.

a) Pour classer les 6 populations représentées par un échantillon moyen, nous nous servirons d'une clé dichotomique fondée sur les teneurs du P_2O_5, K_2O, N, mais les dosages et l'observation des individus qui composent la population montrent que des éléments très dissemblables existent à l'intérieur des populations qui échappent à notre classification.

P_2O_5 = 0,36	K_2O = 3,14	N = 2,98	Nîmes
	K_2O = 2,5	N = 3,5	Vosges
	K_2O = 1,99	N = 2,91	Pyrénées 1 800 m.
0,15 P_2O_5 0,20	K_2O = 1,75	N = 2,55	Pyrénées 1 300 m.
	K_2O = 1,61	N = 2,16	Gavarnie
	K_2O = 1,44	N = 2,40	Lannemezan.

Cette classification sépare nettement la population de Nîmes, qui comprend des individus peu résistants au froid, alternatifs ou non, précoces à demi tardifs. La population des Vosges, très homogène — 30 plantes descendant d'un même épi — est résistante au froid, non alternative, généralement scabre.

Du point de vue de la composition minérale, il y a des analogies évidentes entre la population de Gavarnie et celle du Lannemezan. La première comprend des types non alternatifs, à port généralement dressé, moyennement résistants au froid (Note : 0,5 à 2). La population du Lannemezan, en majorité demi-dressée comprend également peu d'alternatifs et est moyennement résistante au froid (0,5 à 1,5).

La population des Pyrénées (1.300 m) est en majorité demi-dressée aux feuilles claires, généralement glauques, non alternative.

La population des Pyrénées (1.800 m) est homogène en général, non alternavife, d'un glauque clair.

b) A côté d'un échantillon moyen de la population un certain nombre d'individus ont été analysés dont la composition minérale est quelque peu différente de celle de la population moyenne : cf. les chiffres extrêmes indiqués précédemment.

Nous avons essayé de préciser si certaines corrélations existant entre les éléments de la composition minérale pouvaient être considérées comme caractéristiques de certaines populations. Nous n'avons pu mettre en évidence aucune corrélation de ce type entre N et K_2O, K_2O et P_2O_5, CaO et K_2O, N et P_2O_5, SiO_2 et CaO.

3° *Composition minérale et comportement biologique.* — Les observations

réalisées à Versailles portent notamment sur le caractère alternatif des individus, leur précocité, leur résistance au froid et aux rouilles.

Nous avons voulu voir s'il était possible de noter une correspondance entre les différences qui existent dans la composition minérale et le comportement biologique des Dactyles dont un échantillon a été prélevé.

a) *Précocité.* — La feuille, en vieillissant, s'enrichit en SiO_2 et CaO% de matière sèche, de telle sorte que pour un prélèvement effectué à un moment donné les individus les plus riches en SiO_2 et CaO risquent d'être les plus précoces, lorsqu'on compare des individus assez voisins appartenant à la même population. L'accroissement du taux de SiO_2 et de CaO ne se fait pas avec la même vitesse et il ne semble pas qu'il y ait corrélation entre les deux phénomènes comme nous l'avons observé pour le Maïs.

Dans la population de Nîmes, le classement par précocité décroissante rejoint celui qu'on obtient en rangeant les individus par teneur décroissante en SiO^2.

Échan. n° 37 :	précoce :	teneur en SiO^2 :		11 %
27 :	»	»	»	8,5 %
31 :	demi-précoce :	»	»	8,07 %
35 :	»	»	»	7,50 %
29 :	demi-tardif	»	»	7,15 %

Les échantillons précoces (n° 27, 37), sont plus riches en CaO que l'échantillon demi-tardif (respectivement 2,11, 2,06, et 1,92).

Dans la population Pyrénées 1.800 m deux individus sont signalés comme précoces : le n° 97 est plus riche en SiO_2 que la moyenne et les autres échantillons analysés, le n° 93 est plus riche en CaO.

Dans la population à Gavarnie, l'individu précoce n° 63 a une teneur élevée en CaO.

La silicification et la calcification, nous l'avons vu, sont généralement plus poussées dans la dernière feuille que dans l'avant dernière et l'on peut penser que plus il existe de différences marquées à cet égard dans la composition minérale des deux feuilles, plus la vitesse de ces phénomènes est grande. Y a-t-il corrélation entre cette vitesse ainsi mesurée et la précocité ?

Dans la population de Nîmes, pour un individu demi-tardif (n° 29), le taux de SiO_2 et de CaO est plus élevé dans l'avant dernière feuille que dans la dernière, mais il est d'autres individus où aucune corrélation semblable ne peut être mise en évidence.

b) *Alternativité et résistance au froid.* — Pour tenter de dégager des correspondances possibles entre la composition minérale et l'alternativité, c'est-à-dire la faculté pour une pousse de l'année d'assurer un développement complet (formation de tiges fertiles) nous avons groupé séparément d'une part les individus alternatifs ou l'échantillon moyen prélevé sur une population où l'alternativité est la règle, et d'autre part des échantillons moyens de populations non alternatives et des individus non alternatifs.

	SiO^2	P^2O^5	K^2O	CaO	N
Alternatifs					
N° 25 (Ech. moyen Nîmes)	8,17	0,36	3,14	2,71	2,98
N° 63 (Gavarnie)	7,97	0,12	2,19	2,97	2,96
N° 77 (Lannemezan)	9,56	0,30	0,96	3,04	1,92
N° 93 (Pyrénées 1800 m)	6,29	0,19	2,47	3,69	2,88
N° 97 (Pyrénées 1800 m)	10,33	0,15	2,42	3,37	2,55
Non alternatifs					
N° 33 (Nîmes)	6,30	0,13	1,66	1,43	3,96
N° 59 (Ech. moy. Gavarnie)	9,07	0,087	1,61	2,62	2,16
N° 69 (» Lannemezan)	9	0,19	1,44	2,45	2,40
N° 87 (» Pyr. 1800 m)	6,74	0,118	1,99	3,47	2,91

Les individus aberrants (alternatifs ou non) sont comparés ci-dessus aux moyennes des populations auxquelles ils appartiennent, mais aussi aux autres échantillons de cette population. Les individus ou les populations alternatives semblent plus riches à la fois en P_2O_5 et en bases ($K_2O + CaO$), soit en P_2O_5, soit en bases, que les individus ou les populations qui ne présentent pas l'alternativité. On peut concevoir, en effet, en première approximation et toutes choses égales d'ailleurs, que les plantes alternatives réalisent une absorption plus intense de P_2O_5 et des cations K_2O et CaO, qui, emmagasinés à l'état de réserve, assureront un meilleur départ de nouvelles pousses fertiles.

En ce qui concerne la résistance au froid, il ne nous a pas été possible de trouver une corrélation entre les éléments minéraux de la composition de la matière sèche et cette résistance.

La richesse en N est souvent plus élevée pour les populations résistantes au froid (Vosges par rapport à Nîmes par exemple), pour les individus de la population de Gavarnie (n° 67 plus résistant au froid que n° 65) ; mais pour le Lannemezan, c'est l'inverse. Différents rapports essayés (notamment le rapport $\frac{SiO_2}{K_2O + CaO}$ (en milliéquivalents) croissent tantôt dans le sens de la résistance au froid (Pyrénées 1.800 m), tantôt dans un sens inverse (Paris). Sans nous méprendre sur les possibilités de trouver une constante correspondance entre les données de l'analyse minérale et le comportement biologique, nous pensons que les indications précédentes n'ont pas été inutiles, car elles ont orienté des recherches dans une voie qui nous semble intéressante.

Ainsi dans une population comme celle du Lannemezan, où il y a peu d'alternatifs, l'individu n° 77, alternatif précoce, plus résistant au froid que les autres individus de la population, a une composition minérale caractéristique qui le distingue immédiatement (pauvreté en K_2O, richesse en P_2O_5 ; *cf.* plus haut).

4° *Comparaison des individus obtenus par fécondation libre et par autofécondation.* — Les 24 premiers échantillons de Dactyles analysés (n° 1 à 24) correspondent à la dernière et à l'avant dernière feuille de la plante-mère

(1-7-13-19) et de sa descendance obtenue par auto-fécondation (3-9-15-21), et par fécondation libre (5-11-17-23).

L'étude de la composition minérale de ces divers individus confrontée aux notations biologiques faites à Versailles nous a permis de dégager les quelques conclusions suivantes :

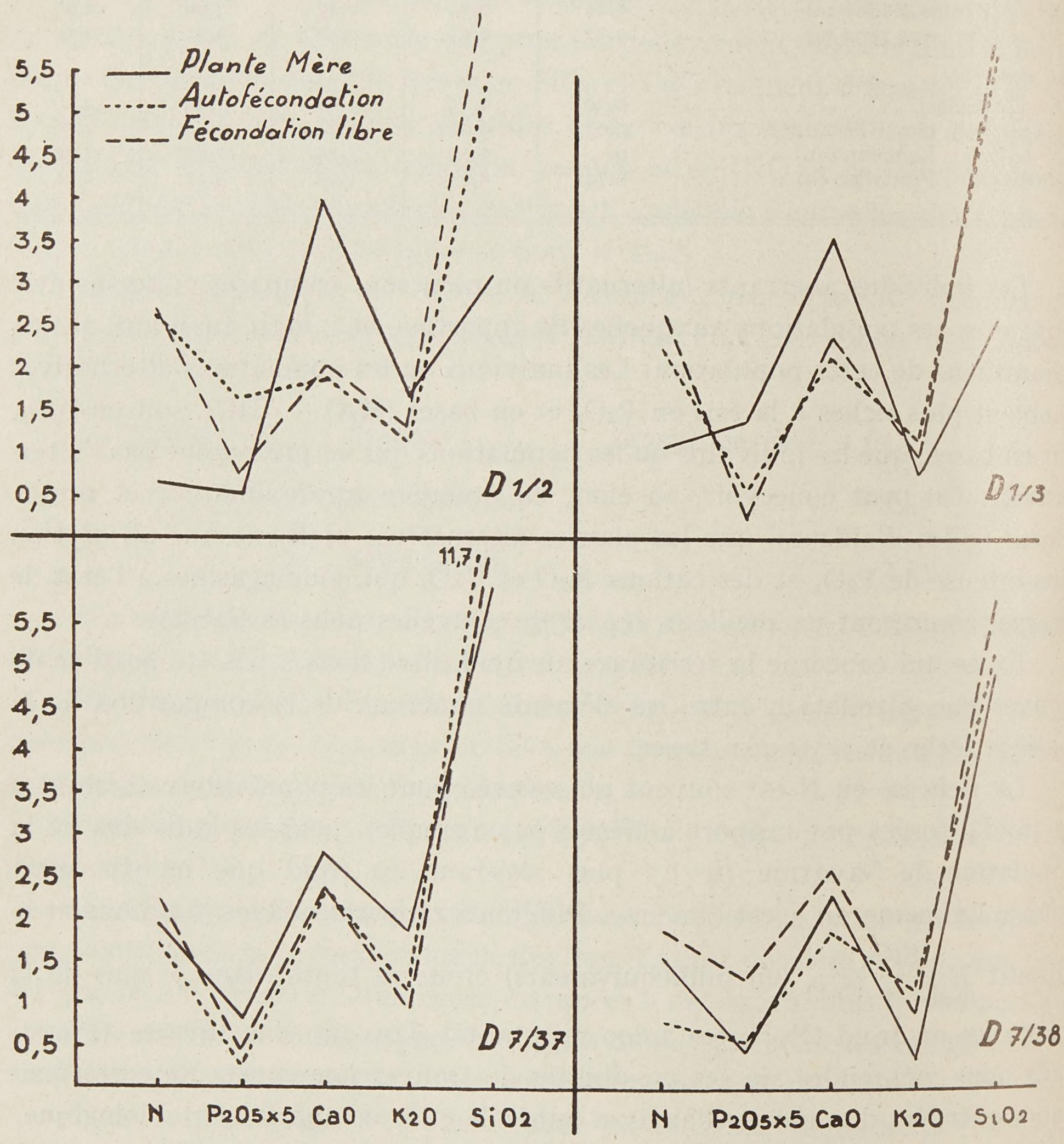


FIG. 6. — Diagrammes comparatifs de divers Dactyles et de leurs descendances. (Composition minérale de la feuille de référence).

a) La composition chimique N, P_2O_5, K_2O, CaO, SiO_2 que nous avons représentée graphiquement en réunissant sur le même graphique, mères, auto-fécondés et descendance issue de fécondation libre rapproche dans les 4 cas examinés les descendances (auto-fécondés et fécondation libre). Il y a entre les mères et leurs descendances des différences qu'on retrouve dans le comportement biologique : les mères sont généralement un peu plus tardives (d'une semaine environ) et moins résistantes au froid.

b) Si au lieu de s'en tenir à l'allure générale des courbes représentatives, on examine analytiquement les éléments de différence constatée, on remarquera :

— que les individus obtenus par auto-fécondation et par fécondation libre ont une teneur sensiblement plus élevée en SiO_2 que les mères. Il en est de même pour le rapport $\frac{SiO_2}{CaO + K_2O}$ (en milliéquivalents). La somme des bases $CaO + K_2O$ (en milliéquivalents) est très voisine pour les descendances.

— que dans les cas examinés, les individus obtenus par fécondation libre sont plus riches en N % de matière sèche que les mères et les descendances issues d'auto-fécondation. Ces dernières ont une teneur moindre en N, 2 fois sur 4.

— qu'en ce qui concerne P_2O_5 et K_2O les mères ont tantôt une teneur supérieure, tantôt inférieure à leurs descendances, mais que ces derniers ont toujours une teneur assez voisine en ces deux éléments.

— dans les 4 cas, la teneur en CaO des auto-fécondées est nettement inférieure à celle des mères ; il en est de même pour les plantes obtenues par fécondation libre 3 fois sur 4. Il est bien entendu que les conclusions ne sont valables que pour les plantes analysées et que des recherches portant sur un nombre élevé de plantes seraient nécessaires pour leur donner une signification statistique.

II. — COMPOSITION MINÉRALE ET COMPORTEMENT BIOLOGIQUES DE QUELQUES FLÉOLES DES PRÉS.

Nous avons examiné successivement la composition minérale et le comportement biologique du Maïs, plante annuelle à croissance rapide, du Dactyle, plante vivace et précoce à évolution rapide. Nous donnerons quelques indications maintenant sur la Fléole. Cette plante est caractérisée par un départ végétatif précoce, mais sa floraison est tardive.

1° *Comparaison entre la composition minérale des deux dernières feuilles.* — La vitesse de maturation de la feuille la plus voisine de l'inflorescence, telle que le constate morphologiquement H. Prat, est marquée dans une certaine mesure par une différence nette entre la teneur en SiO_2 de la dernière et de l'avant dernière feuille.

Dans les populations de Dactyles, pour 48 individus sur 54, la dernière feuille était plus riche en SiO_2 que l'avant dernière. Il en était à peu près de même pour la teneur en CaO. Pour les 12 Féoles examinées, la dernière feuille a une teneur plus élevée en SiO_2 que l'avant dernière dans 6 cas. Il en est de même pour la teneur en CaO.

Dès 1949, nous avions reconnu une différence de cette nature, dans les prélèvements que nous avions faits dans le jardin de la Station Agronomique de

Rouen, entre des plantes à évolution rapide, vivaces ou annuelles, Dactyle, Fromental, Sudan grass, Maïs Dent de Cheval, Moha de Hongrie et Fléole.

	SiO^2	CaO	K^2O
	% de matière sèche		
Fromental :			
1re feuille	4,69	2,08	
2e feuille	4,22	2,66	
Dactyle :			
1re feuille	6,32	2,11	0,27
2e feuille	4,49	1,99	0,28
3e feuille P	4,27	1,58	0,30
Maïs Dent de Cheval :			
1re feuille	3,97	1,60	
2e feuille	3,7	2,4	
Moha de Hongrie :			
1re feuille	8	1,6	
2e feuille	5,8	1,92	0,82
3e feuille	5,07	1,77	
Sudan Grass :			
1re feuille	3,51	1,97	0,60
2e feuille	3,43	2,11	0,61
Fléole des prés :			
1re feuille	2,5	1,75	
2e feuille	2,86	2,18	

Dans ce tableau la Fléole des prés se caractérise par une dernière feuille moins riche que l'avant-dernière en SiO_2. Le Dactyle par contre, est le seul à posséder des feuilles plus riches en CaO à mesure que l'on se rapproche de l'inflorescence. Mais les recherches exposées ci-dessus, qui résultant à la fois de l'étude cinétique de la dernière et l'avant dernière feuille du Maïs Étoile de Normandie que de l'analyse des Maïs cultivés à Yvetot et des populations de Dactyle et de Fléole réunies à Versailles, tendent à montrer que les indications du tableau précédent sont insuffisantes, car tant en ce qui concerne SiO_2, CaO que le rapport $\frac{SiO_2}{CaO}$ il ne s'agit pas de relations constantes, valables pour tous les individus d'une même espèce, mais de données statistiquement probables.

Si maintenant revenant à la Fléole, on se rapporte au taux de K_2O, 11 fois sur 12 il est plus élevé dans la deuxième feuille, c'est l'inverse pour la teneur en N (8 cas sur 12), pour le taux de P_2O_5 (7 cas sur 12).

2° *Composition minérale et précocité.* — Les prélèvements effectués sur la collection de Fléoles de Versailles l'ont été au 28 juin 1950. Or, un certain nombre d'entre elles étaient épiées dès le 25 mai. Par suite de ce prélèvement assez tardif on est conduit à penser que les individus les plus précoces se trouvaient être aussi les plus riches en SiO_2. Mettant à part les individus obtenus

par auto-fécondation, nous donnons ci-dessous la composition minérale des Fléoles étudiées, classées par ordre de précocité décroissante :

Numéros	Date d'épiaison	SiO_2	N	K_2O	CaO	Somme $K_2O + CaO$ en milliéquiv.
		% de matière sèche				
121	27-5	2,77	1,75	1,65	2,21	115
125	—	3,6	1,96	1,49	1,94	101,4
127	29-5	3,57	1,87	0,94	2,56	112
131	—	4,6	2,19	1,59	2,25	114,5
111	5-6	2,12	2,06	1,18	2,22	105,4
109	8-6	2,44	2,14	1,44	2,49	110,1
115	13-6	2,15	2,10	1,20	1,35	73,8
119	13-6	2,04	2,26	1,33	2,17	105,5
113	15-6	2,15	2,32	1,20	1,53	80,2
117	15-6	1,04	1,65	0,90	1,57	77,8

L'examen du tableau précédent fait apparaître une certaine correspondance entre l'ordre de précocité décroissante et la teneur décroissante en SiO_2. La somme des bases $K_2O + CaO$ (en milliéquivalents) paraît plus faible pour les plantes tardives soumises à une même date de prélèvement. Il en est de même pour les Dactyles du Lannemezan, la somme des bases est plus élévée pour les individus précoces.

3° *Comparaison entre les mères et leurs descendances obtenues par auto-fécondation et par fécondation libre.* — Cette comparaison n'a porté que sur deux mères et leurs descendances, c'est-à-dire que les observations qui suivent ne sauraient être généralisées. Nous nous contenterons de regrouper dans le tableau suivant les éléments différentiels de la composition minérale des 6 plantes analysées.

	SiO_2	N
	% de matière sèche	
Mil. 60 n° 121 mère	2,77	1,75
n° 123 aut. féc.	5,24	1,76
n° 125 féc. libre	3,6	1,94
Mil. 55 n° 127 mère	3,57	1,87
n° 129 aut. féc.	4,90	1,69
n° 131 féc. libre	4,4	2,19

Comme pour les Dactyles, on retrouve pour les descendances une teneur plus élevée du SiO_2 %, de matière sèche. Les descendances obtenues par auto-fécondation sont plus riches en SiO^2 que les descendances libres. Elles sont par contre moins riches en N et on a noté à Versailles que les « fécondations libres » étaient d'un vert nettement plus foncé. (Les teneurs en P_2O_5 sont sensiblement les mêmes.)

L'examen des tableaux et des graphiques révèle une plus grande analogie entre les descendances qu'entre les mères et les descendances ; nous avons fait la même observation pour les Dactyles.

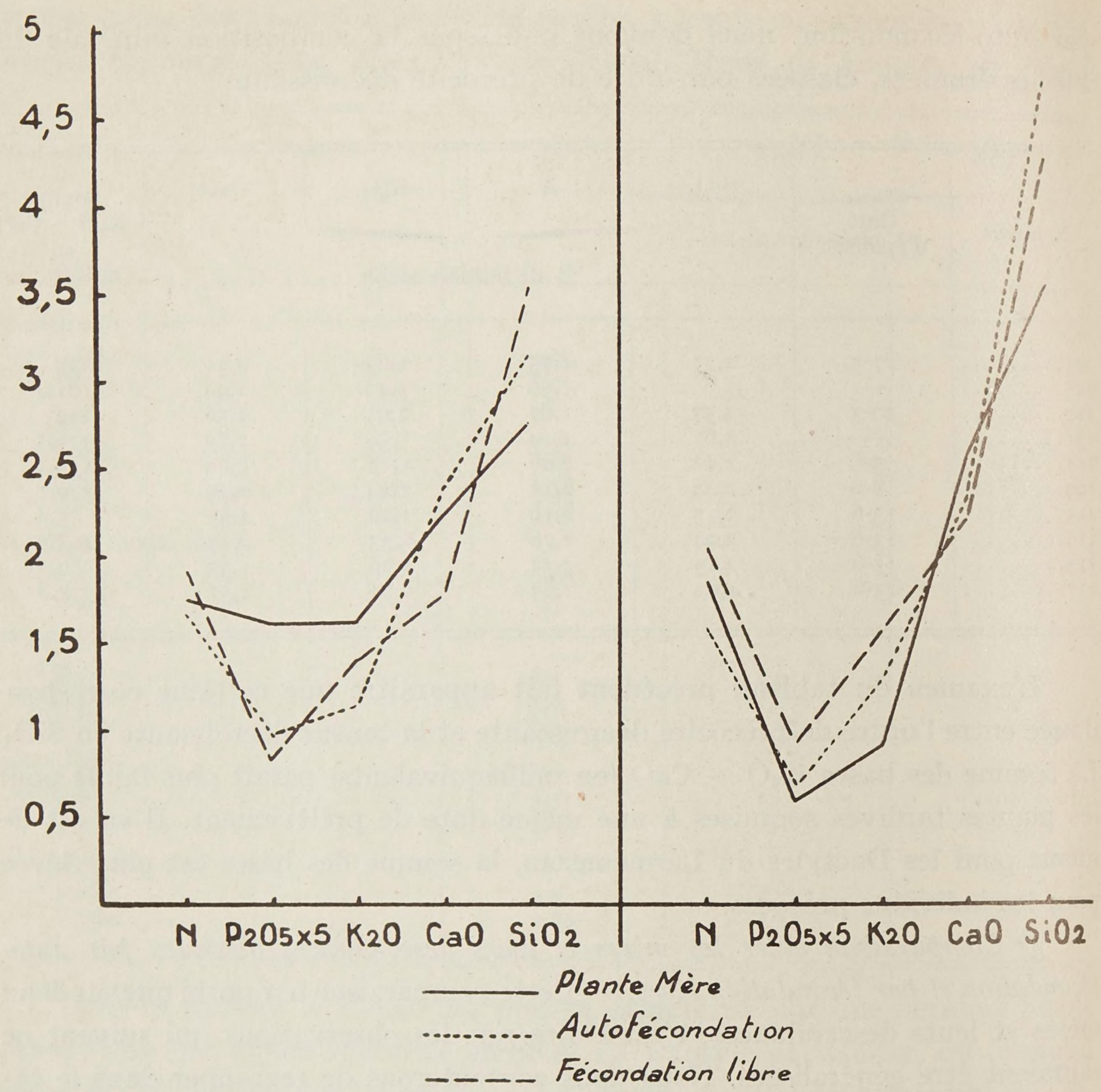


FIG. 7. — Diagrammes comparatifs de deux fléoles et de leurs descendances. (Composition minérale de la feuille de référence).

CONCLUSIONS

Dans un grand nombre de cas, le chimisme particulier à chaque espèce a permis de mettre en évidence des différences systématiques : c'est ainsi qu'on a reconnu que *Bromus gigantea* L. qui possède certains caractères morphologiques du genre *Festuca*, ne renfermait pas le fructosane caractéristique des Bromes et qu'elle s'hybride avec des Fétuques, ses parents au point de vue glucidique.

Le genre *Agropyrum* séparé du genre *Triticum* par la structure de l'épi, l'est aussi par son chimisme. Le premier renferme de la triticine seulement, le second élabore de la lévosine. Ces substances chimiques caractérisent des groupes systématiques assez importants ; elles offrent un critère qualitatif particulièrement net.

Dans le présent travail, nous utilisons également des données qui résultent de la physiologie. Mais le problème que nous nous sommes posés était extrêmement complexe et ce pour deux raisons :

1° Les éléments minéraux dosés, N, P_2O_5, K_2O, CaO, SiO_2, sont très cou-

ramment répartis dans les végétaux et ils ne peuvent servir de critère qualitatif ; c'est leurs teneurs plus ou moins élevées et des rapports qu'ils peuvent avoir respectivement entre eux qui nous servent de base. L'utilisation de données quantitatives est d'un maniement délicat. Elle nécessite des moyens analytiques suffisamment précis pour que les petites différences observées soient significatives. Nous ne manquerons pas de donner des indications à cet égard lorsque nous rappellerons nos méthodes d'analyse. De plus, il faut bien voir que les comparaisons ne peuvent être réalisées que pour les plantes placées dans des conditions aussi voisines que possible. La culture des mêmes variétés ou des mêmes populations dans des milieux différents ou leur comparaisons plusieurs années de suite doivent nous permettre d'apercevoir ce qu'il y a de constant dans la différence des physiologies.

Étudiant huit variétés de Trèfle blanc cultivées sur cinq types différents de sol, R. R. Robinson (8) a montré l'existence de grandes différences entre les compositions de la matière sèche et des cendres de ces variétés.

D'une façon générale, les formes qui renferment une teneur élevée en calcium dans un type de sol possèdent également une proportion importante de ce même élément dans d'autres sols. Les différences relatives en acide phosphorique et en potasse, constatées entre les diverses variétés, se retrouvent sur les différents sols, mais d'une façon moins précise qu'en ce qui concerne le calcium.

2° Les différences que nous avons essayé de mettre en évidence sont de faible amplitude, puisqu'elles concernent des variétés de Maïs et des populations géographiques de plantes prairiales. Elles nécessitent des prélèvements correspondant bien à la physionomie de l'ensemble considéré. Les modalités et la date de ce prélèvement sont ici essentielles, mais aussi le choix des éléments dosés.

Dans ce premier mémoire quelques objectifs ont été atteints qui nous permettront de parvenir à une caractérisation plus précise des espèces prairiales étudiées à la Station d'Amélioration des Plantes de Versailles. L'exposé critique de ces résultats orientera tout naturellement de nouvelles recherches. Il portera successivement sur le choix de l'échantillonnage de référence, sur la date du prélèvement et les éléments chimiques dosés.

1° *Choix de l'échantillon de référence.* — Pour comparer morphologiquement deux variétés, deux populations on les cultive côte à côte dans des conditions aussi voisines que possible. Les notations sont faites régulièrement, assez fréquemment au cours de la végétation. Si l'on se borne à un seul examen comparatif, le plus tardif semble le plus intéressant, car l'aspect le plus proche de la maturation synthétise pour ainsi dire tout le comportement, toutes les réactions au milieu de la plante considérée (précocité, tallage, résistance au froid, aux rouilles, etc.).

Dans de telles conditions, il semble que le prélèvement le plus significatif soit celui d'une plante entière relativement proche de la fin de son évolution, ou encore une feuille de la base. C'est la quatrième feuille à partir de la base qu'a choisit W. Thomas pour apprécier la réaction du Maïs à l'action de la fumure.

Il ne convient pas de séparer un être vivant de son milieu et ce sont ses réactions par rapport à ce milieu qui le définissent le mieux.

Mais par ailleurs, il n'est pas possible de comparer chimiquement des plantes qui ne sont pas au même stade végétatif d'où la nécessité de s'adresser à des éléments homologues comparables.

Dans les recherches de R. R. Robinson auxquelles nous faisions allusion plus haut, aucune relation n'existait entre la composition minérale des différents Trèfles blancs et leur aptitude à se développer sur un type de sol à faible niveau en P et en Ca. On est ainsi conduit à reconnaître une certaine indépendance entre le milieu chimique et la teneur d'une plante donnée en éléments minéraux. S'il en est bien ainsi, on comprend l'intérêt d'utiliser un élément à croissance rapide, échappant par suite dans une large mesure, à l'influence des facteurs du milieu, mais parvenant à un haut degré d'évolution épidermique. C'est la raison pour laquelle nous avons choisi la dernière feuille apparue la plus proche de l'inflorescence (inflorescence mâle pour le Maïs).

Une grave critique subsiste : nos comparaisons ont porté sur des prélèvements assez larges pour être considérés comme représentant une moyenne ; mais dans une population hétérogène l'écart type définit autant que la moyenne la physionomie de cette population. Une étude systématique de la variabilité de quelques variétés de Maïs est actuellement entreprise.

2° *Date de prélèvement.* — La date du prélèvement n'est sans doute pas indifférente. L'étude cinétique qui a porté sur les deux dernières feuilles d'une variété de Maïs : « Étoile de Normandie », a mis en évidence l'existence de discontinuités marquées dans l'évolution des divers éléments minéraux. Nous en avons noté semaine par semaine la teneur % de matière sèche. Nos observations portent actuellement sur les relations qui peuvent exister entre cette évolution chimique et les divers stades physiologiques repérables morphologiquement (anthèse, élongation maximum, premiers signes de jaunissement, etc.). Il importe également de préciser si cette évolution est sensiblement la même pour une même variété placée dans des conditions différentes, ou encore pour diverses variétés cultivées, côte à côte. L'évolution d'espèces fourragères différentes, Maïs, Dactyle, Fléole des prés, n'est probablement pas superposable.

Nous avons pensé qu'il était possible de caractériser les variétés et les populations considérées par des rapports définis entre les divers éléments minéraux. C'est ainsi que nous avons pu reconnaître une relation entre l'absorption de SiO_2 et de CaO dans le Maïs.

Mais de même que nous avons reconnu une physiologie très différente des feuilles situées à diverses hauteurs sur le chaume, il ne semble pas qu'il y ait de relation simple entre les divers éléments minéraux dosés dont l'absorption plus ou moins indépendante, n'est pas parallèle.

Pour le Maïs, on note au cours de la végétation un accroissement de la teneur en CaO tandis que le taux de K_2O décroît. En milliéquivalent la somme $K_2O + CaO$ décroît avec l'âge. Le sens d'évolution de certains rapports permet

d'apprécier le degré d'évolution physiologique. Dans nos actuelles recherches, nous avons pu constater qu'après l'anthèse, on dispose d'une période de temps de suffisante stabilité pour l'étude des relations qui nous intéressent. Pour E. MIÈGE (*loc cita*), qui a cherché à apprécier la valeur taxonomique des caractéristiques foliaires, la comparaison doit être réalisée sur des feuilles du même âge, placées au même rang, mais ayant acquis le stade complet de leur développement.

3° *Éléments minéraux dosés.* — A l'aide des éléments minéraux dosés (N, P_2O_5, CaO, K_2O, SiO_2) nous avons tenté de caractériser les diverses variétés de Maïs cultivées à Yvetot. Nous nous sommes servis dans ce but de rapports qui nous paraissaient assez stables au cours de la végétation $\frac{N}{CaO + K_2O}$, $\frac{Agl}{Cend.\ Oxyd.}$ et de la relation qui semble lier l'absorption de SiO_2 et de CaO. Dans la seconde partie de ce travail, en utilisant les mêmes éléments, nous nous sommes attachés à rapprocher la composition minérale de la dernière feuille de Dactyles et de Fléoles des prés de leur comportement biologique et à comparer entre elles des descendances (obtenues par autofécondation et par fécondation libre) à des mères. Étudiant la marche d'absorption des divers éléments minéraux à l'intérieur du végétal, J. VERDEYEN (7) a insisté sur ce fait que « toute méthode de détermination des besoins en engrais d'un sol, qui ne tient compte que de deux ou trois éléments nutritifs, ne peut pas donner satisfaction en pratique ». On est ainsi amené à une analyse aussi exhaustive que possible des cendres : entre autre, la magnésie est un élément important, souvent lié à l'acide phosphorique et à la potasse, que nous ne devrons pas négliger.

Certains Maïs manifestent une plus grande sensibilité au manque de potasse et répondent davantage que d'autres à l'apport de K_2O, comme l'ont montré divers auteurs qui ont étudié l'absorption de cet élément. Quelques variétés de Maïs accumulent les composés du fer plus rapidement que d'autres appartenant à une autre variété placée côte à côte. Il en est de même pour les Blés.

En terminant nous voulons dégager la signification pratique de l'effort de caractérisation chimique de diverses espèces fourragères et prairiales. Son intérêt nous paraît triple et nous nous sommes attachés dans ce premier mémoire à ne marquer les possibilités et les limites.

1° Il a été possible de trouver une certaine correspondance entre l'évolution chimique des feuilles de Graminées et leur maturation morphologique telle qu'elle a été observée par H. PRAT par exemple.

2° Il est possible de distinguer des variétés de Maïs et des populations de Dactyles et de Fléoles en nous servant de quelques éléments minéraux.

3° On peut, dans une certaine mesure, trouver certaines corrélations entre la composition minérale comparée de plantes mères et de leurs descendances d'une part, et leur comportement biologique (précocité, alternativité, etc.) d'autre part.

Le développement de telles recherches permettra d'en apprécier l'utilisation pratique en génétique.

RÉSULTATS ANALYTIQUES

de la composition centésimale de quelques populations de Dactyle et de Fléole des prés (1re et 2e feuilles) cultivées à la Station Centrale d'amélioration des plantes (Versailles, 1950)

P. M. : plante mère
Aut. : descendance en auto-fécondation
F. L. : descendance en fécondation libre
Sensibilité au froid notée de 0 à 5.

DACTYLE

N° de Référence	Référence génétique	N % M. S.	P^2O^5 % M. S.	K^2O % M. S.	CaO % M. S.	SiO^2 % M. S.	Observations biologiques
	Dactyles de la région parisienne						
DF 50 1	D 1/2 P. M. 1re f.	0,64	0,115	1,65	4,03	3,11	en 1946-1947 froid : 2,5 Épiaison : 3-5 1947. 9-5 1950.
2	» 2e f.	1,56	0,178	2,28	2,77	2,75	
3	D 1/2 Aut. 1re f.	2,64	0,35	1,19	1,93	5,80	en 1950 froid : 1,5 1/2 précoce Épiaison : 7-5 en 1950.
4	» 2e f.	1,94	0,19	1,56	1,43	4,75	
5	D 1/2 F. L. 1re f.	2,79	0,17	1,33	2,05	8,62	en 1950 froid : 1,5 Épiaison : 6-5 en 1950.
6	» 2e f.	2,51	0,14	1,36	1,64	5,5	
7	D 1/3 P. M. 1re f.	1,14	0,29	0,82	3,62	2,68	en 1946-1947 froid : 2,5 à 3 Épiaison: 3-5 en 1947. 9-5 en 1950.
8	» 2e f.	1,35	0,22	1,63	4,42	6,14	
9	D 1/3 Aut. 1re f.	2,34	0,12	1,20	2,18	5,95	en 1950 froid : 1 Épiaison : 7-5 en 1950.
10	» 2e f.	1,73	0,057	0,94	2,10	4,52	
11	D 1/3 F. L. 1re f.	2,70	0,086	1,09	2,34	5,98	en 1950 froid : 1 Épiaison : du 3 au 10-5 1950.
12	» 2e f.	2,55	0,097	1,58	1,36	4,30	
13	D7/38 P. M. 1re f.	1,69	0,11	0,40	2,33	5,07	en 1946-1947 froid : 3,5 Épiaison : 6-5 en 1947. 8-5 en 1950 (peu scabre).
14	» 2e f.	1,77	0,2	1,10	1,99	5,52	
15	D7/38 Aut. 1re f.	0,86	0,125	1,23	1,99	5,43	en 1950 froid : 0,5 Épiaison : 7-5 en 1950.
16	» 2e f.	1,56	0,11	2,0	2,25	4,19	
17	D7/38 F. L. 1re f.	1,96	0,29	0,93	2,64	5,79	en 1950 froid : 1,0 Épiaison : 4 au 9-5 1950 (peu scabre).
18	» 2e f.	1,78	0,030	1,78	2,72	4,2	
19	D7/37 P. M. 1re f.	2,0	0,175	1,89	2,87	6,03	en 1946-1947 froid : 4 Épiaison : 27-5 en 1947. 5-5 en 1950 (peu scabre).
20	» 2e f.	1,69	0,09	0,95	2,08	5,34	
21	D7/37 Aut. 1re f.	1,53	0,071	1,22	2,40	11,7	en 1950 froid : 1,5 Épiaison : 8-5 en 1950 (peu scabre).
22	» 2e f.	1,64	0,10	1,78	1,82	7,87	
23	D7/37 F. L. 1re f.	2,34	0,087	1,07	2,36	8,17	en 1950 froid : 0,5 Épiaison : 5-5 en 1950.
24	» 2e f.	2,02	0,12	0,26	1,79	5,44	
	Dactyles de Nîmes						
DF 50 25	Population 1re f.	2,98	0,36	3,14	2,71	8,17	échantillons moyens de la population de Nîmes.
26	» 2e f.	2,99	0,1	2,57	2,04	7,76	
27	Nîmes 6 pl. 7 1re f.	3,0	0,086	2,59	2,06	8,5	en 1950 froid : 4 alternatif précoce.
28	» 2e f.	2,58	0,2	2,91	2,09	6,62	
29	Nîmes 10 pl.16 1re f.	3,69	0,22	2,34	1,92	7,15	en 1950 froid : 4 alternatif 1/2 tardif.
30	» 2e f.	2,84	0,20	2,94	2,11	8,01	
31	Nîmes 5 pl. 1re f.	3,89	0,25	2,25	2,46	8,07	en 1950 froid : 3,5 alternatif 1/2 precoce.
32	» 2e f.	3,37	0,86	2,32	1,57	8,64	
33	Nîmes 52 pl. 1re f.	3,96	0,18	1,66	1,43	6,30	en 1950 froid : 4 non alternatif.
34	» 2e f.	3,38	0,091	1,30	2,01	5,27	

N° de Référence	Référence génétique		N % M. S.	P^2O^5 % M. S.	K^2O % M. S.	CaO % M. S.	SiO^2 % M. S.	Observations biologiques
DF 50 35	Nîmes 35 pl. 6	1re f.	3,80	0,12	1,91	1,99	7,54	en 1950 froid : 4 alternatif 1/2 précoce.
36	»	2e f.	3,59	0,086	2,59	2,32	7,3	
37	Nîmes 5 pl. 9	1re f.	3,78	0,14	2,58	2,11	11,0	en 1950 froid : 4,5 alternatif précoce.
38	»	2e f.	2,61	0,30	1,46	1,77	11,2	
	Dactyles des Vosges							
DF 50 39	D 472 popul.	1re f.	3,61	0,19	2,14	2,60	8,02	échantillons moyens de la population des Vosges. En 1950 froid : 0. Non alternatif ; feuilles foncées.
40	»	2e f.	2,20	0,11	3,36	1,86	4,78	
41	D 472 pl. 1	1re f.	3,21		2,56	2,66	5,67	en 1950 froid : 0,5.
42	»	2e f.	3,0	0,12	2,62	1,87	4,68	
43	D 472 pl. 2	1re f.	2,80	0,10	1,49	2,30	7,34	en 1950 froid : 0,5.
44	»	2e f.	2,90	0,083	2,76	1,99	5,32	
45	D 472 pl. 4	1re f.	1,12	0,16	1,74	1,91	6,18	en 1950 froid : 0.
46	»	2e f.	1,83	0,15	1,99	2,26	5,56	
47	D 472 pl. 8	1re f.	2,57	0,16	1,53	2,85	11,3	en 1950 froid : 0,5.
48	»	2e f.	1,87	0,12	3,06	2,40	5,97	
49	D 472 pl. 12	1re f.	2,75	0,09	2,70	2,22	5,17	en 1950 froid : 1 feuilles jaunes.
50	»	2e f.	2,38	0,16	3,78	1,71	3,40	
51	D 472 pl. 16	1re f.	2,16	0,16	1,50	2,24	8,86	en 1950 froid : 0.
52	»	2e f.	2,26	0,11	3,16	1,85	6,77	
53	D 472 pl. 18	1re f.	2,15	0,14	1,90	2,31	9,27	en 1950 froid : 0.
54	»	2e f.	2,04	0,12	2,47	2,14	6,88	
55	D 472 pl. 23	1re f.	2,50	0,14	1,79	2,17	7,25	en 1950 froid : 0.
56	»	2e f.	2,18	0,22	4,30	1,75	5,35	
57	D 472 pl. 30	1re f.	2,41	0,15	3,14	2,59	7,73	en 1950 froid : 0.
58	»	2e f.	2,20	0,12	2,91	2,07	7,63	
	Dactyles des Pyrénnées (Gavarnie)							
DF 50 59	D 447 popul.	1re f.	2,16	0,087	1,61	2,62	9,07	échantillons moyens de la population de Gavarnie : plantes en majorité dressées. Non alternatifs.
60	»	2e f.	2,96	0,14	2,32	2,15	6,75	
61	D 447 pl. 3	1re f.	2,70	0,12	1,61	2,81	8,06	en 1950 froid : 2.
62	»	2e f.	2,67	0,11	3,45	3,12	7,03	
63	D 447 pl. 10	1re f.	2,96	0,12	2,19	2,97	7,97	en 1950 froid : 1,5 Alternatif précoce.
64	»	2e f.	2,88	0,10	2,56	2,38	7,54	
65	D 447 pl. 16	1re f.	2,56	0,054	2,42	3,0	6,0	en 1950 froid : 2 Non alternatif.
66	»	2e f.		0,11	3,59	2,16	5,67	
67	D 447 pl. 23	1re f.	3,35	0,077	2,23	2,70	7,6	en 1950 froid : 0,5 Non alternatif.
68	»	2e f.	3,20	0,14	2,22	2,27	5,95	
	Dactyles des Pyrénées (Lannemezan)							
DF 50 69	D 442 popul.	1re f.	2,40	0,082	1,44	2,45	9,0	échantillons. moyens de la population du Lannemezan. Plantes en majorité demi dressées. Peu d'alternatifs.
70	»	2e f.	2,02	0,13	2,36	1,97	7,0	
71	D 442 pl. 5	1re f.	1,58	0,16	2,44	3,38	6,44	en 1950 froid : 1.
72	»	2e f.	2,80	0,22	1,75	3,05	5,02	
73	D 442 pl. 8	1re f.	2,58	0,16	1,73	3,71	9,28	en 1950 froid : 1.
74	»	2e f.	2,82	0,11	4,31	2,81	6,4	
75	D 442 pl. 20	1re f.	2,02		1,06	3,86	8,96	en 1950 froid : 1.
76	»	2e f.	2,50	0,29	3,91	2,54	6,4	
77	D 442 pl. 31	1re f.	1,92	0,30	0,94	3,04	9,56	en 1950 froid : 0,5 Alternatif précoce
78	»	2e f.	2,35	0,083	2,41	2,25	6,56	
79	D 442 pl. 41	1re f.	2,36	0,16	1,34	3,40	8,56	en 1950 froid : 1,5.
80	»	2e f.	2,61	0,12	2,28	2,46	6,4	
81	D 442 pl. 48	1re f.	1,76	0,10	1,99	2,70	9,75	en 1950 froid : 2,5.
82	»	2e f.	1,94	0,12	2,86	2,12	7,47	
83	D 442 pl. 59	1re f.	2,08	0,069	1,42	2,70	7,43	en 1950 froid : 2,5.
84	»	2e f.	2,52	0,13	3,15	2,48	5,5	
85	D 442 pl. 71	1re f.	2,40	0,093	1,14	3,17	7,06	en 1950 froid : 1,5.
86	»	2e f.	2,43	0,067	1,79	3,20	5,26	

N° de Référence	Référence génétique	N % M. S.	P^2O^5 % M. S.	K^2O % M. S.	CaO % M. S.	SiO^2 % M. S.	Observations biologiques
	Dactyles des Pyrénées (altitude 1.800 m)						
DF 50 87	D 444 popul. 1re f.	2,91	0,18	1,99	3,47	6,74	Échantillons moyens de la population
88	» 2e f.	2,19	0,057	3,26	2,48	7,0	Population homogène. Non alternatifs. Feuilles en général claires, glauques.
89	D 444 pl. 2 1re f.	2,77	0,082	1,18	3,64	5,92	en 1950 froid : 0,5.
90	» 2e f.	2,67	0,07	2,38	2,87	3,73	
91	D 444 pl. 9 1re f.	3,02	0,23	1,84	3,91	7,3	en 1950 froid : 0,5.
92	» 2e f.	2,62	0,12	2,92	2,63	6,6	
93	D 444 pl. 14 1re f.	2,88	0,19	2,47	3,69	6,29	en 1950 froid : 2,5. Alternatif précoce.
94	» 2e f.	2,74	0,19	3,80	2,75	4,48	
95	D 444 pl. 24 1re f.	2,67	0,055	2,12	3,40	6,39	en 1950 froid : 1,5.
96	» 2e f.	2,64	0,071	3,01	2,78	7,84	
97	D 444 pl. 34 1re f.	2,55	0,15	2,42	3,37	10,33	en 1950 froid : 0. Alternatif précoce.
98	» 2e f.	2,75	0,13	3,28	3,22	4,2	
99	D 444 pl. 51 1re f.	2,65	0,12	1,77	3,32	8,6	en 1950 froid : 0.
100	» 2e f.	2,29	0,11	3,19	2,34	7,03	
	Dactyles des Pyrénées (altitude 1.300 m)						
DF 50 101	D 445 popul. 1re f.	2,55	0,16	1,75	3,20	8,27	échantillons moyens de la population. Plantes en majorité demi dressées. Feuilles claires légèrement glauques. Non alternatifs.
102	» 2e f.	2,66	0,16	2,31	2,49	3,84	
103	D 445 pl. 8 1re f.	1,50	0,19	1,48	3,01	5,33	en 1950 froid : 1.
104	» 2e f.	2,76	0,14	2,57	2,29	4,7	
105	D 445 pl. 11 1re f.	2,70	0,14	0,94	3,37	5,75	en 1950 froid : 0,5.
106	» 2e f.	2,81	0,19	1,99	2,51	4,28	
107	D 445 pl. 16 1re f.	2,74	0,15	1,19	2,50	6,82	en 1950 froid : 0,5.
108	» 2e f.	2,82	0,10	4,56	2,17	4,31	
	Fléoles des Prés						
DF 50 109	Milton 9 P. M. 1re f.	2,14	0,10	1,44	2,49	2,44	en 1950 Épiaison 8-6-1950.
110	» 2e f.	1,93	0,16	1,73	1,44	2,26	
111	Milton 11 P.S. 1re f.	2,06	0,07	1,18	2,22	2,12	en 1950 Épiaison 5-6-1950.
112	» 2e f.	2,35	0,075	3,58	2,42	3,09	
113	Drumont 10 P. M. 1re f.	2,32	0,10	1,20	1,53	2,15	en 1950 Épiaison 15-6-1950.
114	» 2e f.	2,08	0,11	1,48	2,10	4,13	
115	Drummont 40 P.M. 1re f.	2,10	0,13	1,20	1,35	2,15	en 1950 Épiaison 13-6-1950.
116	» 2e f.	1,76	0,15	1,74	1,54	3,56	
117	Med. 12 P. M. 1re f.	1,65	0,17	0,90	1,57	1,04	en 1950 Épiaison 15-6-1950.
118	» 2e f.	1,83	0,13	1,57	1,68	1,26	
119	Med. 31 P. M. 1re f.	2,26	0,13	1,33	2,17	2,04	en 1950 Épiaison 13-6-1950.
120	» 2e f.	2,03	0,16	3,10	2,01	2,93	
121	Milton 60 P. M. 1re f.	1,75	0,32	1,65	2,24	2,77	en 1950 Épiaison 27-5-1950.
122	» 2e f.	2,08	0,13	1,22	2,01	2,40	
123	Milton 60 Aut. 1re f.	1,74	0,20	1,22	2,47	5,24	en 1950 Feuilles claires. Plantes alternatives.
124	» 2e f.	1,66	0,097	2,27	1,89	3,44	
125	Milton 60 F. L. 1re f.	1,94	0,137	1,43	1,77	3,60	en 1950 Feuilles plus foncées. Plantes en majorité alternatives.
126	» 2e f	1,71	0,16	3,32	1,61	3,52	
127	Milton 55 P. M. 1re f.	1,87	0,12	0,94	2,54	3,57	en 1950 Épiaison 29-6-50.
128	» 2e f.	1,57	0,070	1,61	2,72	2,92	
129	Milton 55 Aut. 1re f.	1,69	0,18	1,32	2,33	4,90	en 1950 Plantes à feuilles jaunes. Majorité alternative.
130	» 2e f.	1,76	0,15	2,24	1,55	3,30	
131	Milton 55 F. L. 1re f.	2,19	0,18	1,59	2,25	4,40	en 1950 Plantes à Feuilles vertes. Majorité alternative.
132	» 2e f.	1,83	0,11	1,99	2,16	4,07	

NOTE COMPLÉMENTAIRE SUR LES FORMES DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE

L'étude cinétique des deux dernières feuilles du Maïs « Étoile de Normandie » fait apparaître des variations importantes dans le taux de P_2O_5 % de matière sèche.

Dans de telles conditions nous avons pensé qu'il était intéressant d'en chercher les raisons physiologiques et dans ce but nous avons dosé les diverses formes de phosphore contenu dans la dernière feuille. Nous donnons ci-après les techniques analytiques suivies. Comme tous ceux qui se sont préoccupés de la répartition des diverses combinaisons du phosphore au cours de la végétation, nous avons dosé :

1° le phosphore des phospholipides (phosphore lipidique) ;

2° le phosphore des phosphates minéraux (phosphore minéral) ;

3° le phosphore des combinaisons phospho organiques solubles dans l'acide chlorhydrique à 2 % (phosphore organique soluble : inositophosphates et fraction des nucléo-protéides) ;

4° le phosphore des combinaisons phospho-organiques insolubles qui correspond à une grande partie du phosphore protidique.

Le tableau suivant donne, semaine par semaine, la teneur en P_2O_5 de ces différentes formes du phosphore % de matière sèche. Les résultats en sont repris dans un graphique qui résume les variations au cours du temps des combinaisons minérales et organiques du phosphore.

Date de prélèvement	1-8	12-8	19-8	25-8	2-9	8-9	15-9	23-9	29-9
P_2O_5 lipidique	0	0	0,0015	0,0022	0,0045	0,0017	0,027	0,017	0,024
P_2O_5 minéral	0,21	0,27	0,10	0,121	0,10	0,20	0,090	0,098	0,108
P_2O_5 organique soluble.	0,08	0,135	0,17	0,17	0,13	0,055	0,031	0,0017	0,02
P_2O_5 organique insoluble	0	0	0,067	0,040	0,0092	0,084	0	0,058	0,098
P_2O_5 total	0,29	0,405	0,28	0,33	0,24	0,33	0,148	0,174	0,24

L'examen du tableau et du graphique conduit aux observations suivantes :

1° Le P_2O_5 total atendance à décroître pendant les 7 premières semaines, avec une nette augmentation au cours des deux dernières semaines.

2° Le P_2O_5 minéral qui constitue, une grande partie de la période végétative, la forme la plus importante du phosphore total, atteint deux maxima (18-8 et 8-9) sans doute en relation avec l'évolution florale mâle et femelle.

3° Le P_2O_5 insoluble suit sensiblement la courbe du P_2O_5 minéral.

4° Le P_2O_5 soluble atteint son maximum entre les deux maxima du P_2O_5 minéral et décroît ensuite. Le décalage des variations de ces deux formes peut

faire penser à un passage de la forme minérale à la forme organique pendant une première période et à la transformation inverse après le 2-9.

5° Le phosphore lipidique est toujours très faible.

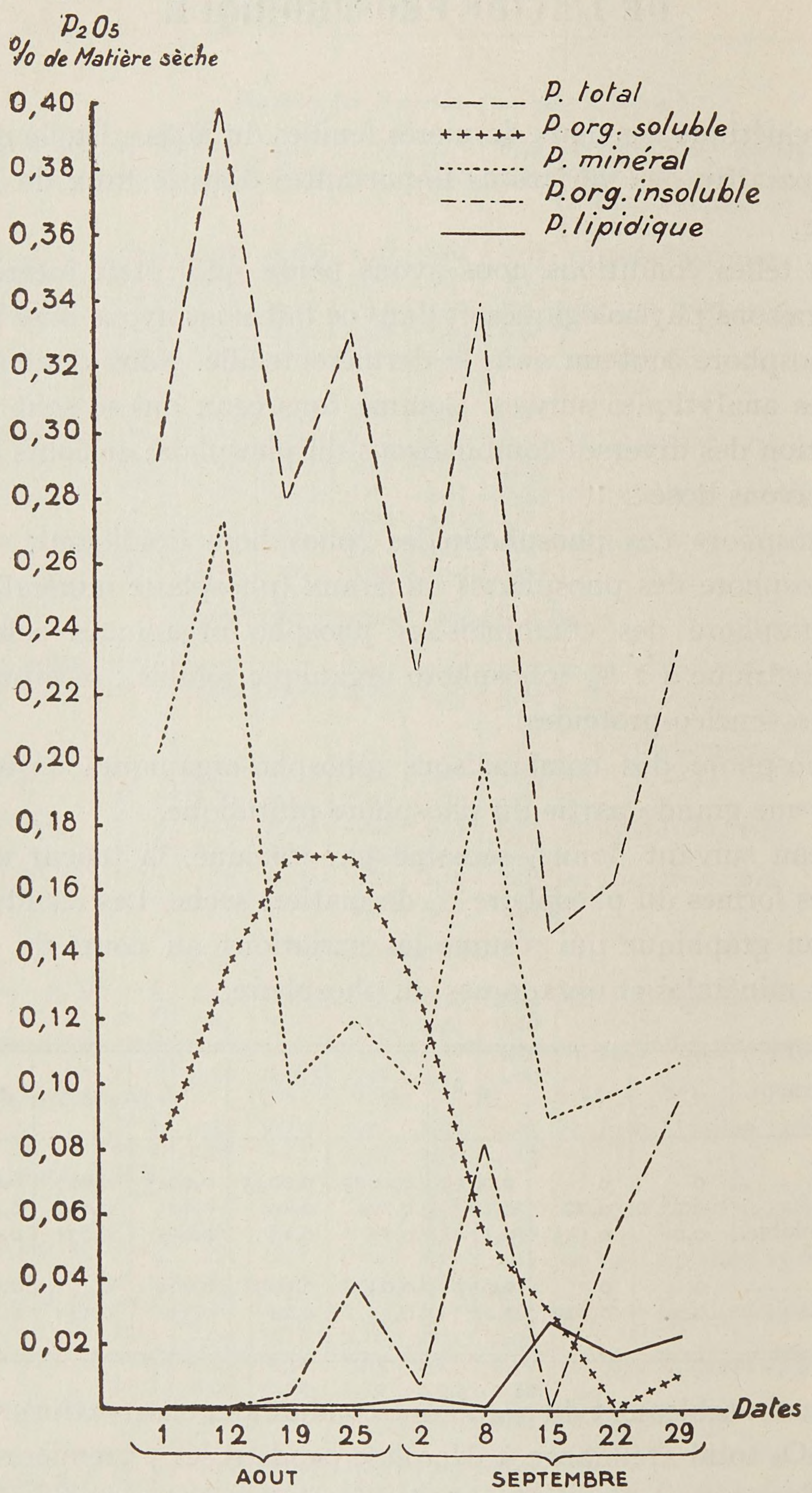


FIG. 8. — Évolution des formes de phosphore.
(Dernière feuille du Maïs *Etoile de Normandie*).

Ces résultats sont conformes à ce que l'on connaît de l'évolution de P_2O_5 dans les végétaux.

D'après Didier BERTRAND (9) les recherches récentes ont montré que par rapport à la matière sèche le phosphore diminue à mesure que la végétation avance pour augmenter l'égèrement à la maturité complète.

Dans tous les cas, le pourcentage le plus grand est relatif à la jeune plante (*Cf.* notamment les travaux de BURGEVIN et GUYON sur l'orge de printemps (10)).

Les travaux de G. MONTOULIAC (11) qui ont porté également sur le Maïs, ont aussi mis en évidence la diminution relative de P_2O_5 avec l'âge, cet abaissement du taux de P_2O_5 est du reste plus marqué pour les feuilles que pour les tiges.

Les chiffres de G. MONTOULIAC sont très différents des nôtres ; ils ont été obtenus pour un Maïs cultivé sur un sol particulièrement riche en P_2O_5.

Mais la même variation marquée du P_2O_5 minéral et du P_2O_5 organique soluble a été observée.

TECHNIQUES ANALYTIQUES

Préparation de l'échantillon. — Les feuilles prélevées sur les différentes plantes à étudier sont nettoyées soigneusement de façon à éliminer les grains de sable qui pourraient se trouver à leur surface, puis séchées à l'air.

Passage de 8 heures à l'étuve à 65-70° et broyage dans un petit moulin électrique donnant une poudre très fine, condition essentielle d'un bon échantillonnage.

Dosage de SiO_2. — Un gramme de cette poudre est introduit dans un ballon de 250 cc surmonté d'un petit entonnoir pour éviter les projections de liquide, avec 15 cc de NO_3H ($d = 1,42$) ; on chauffe très doucement et on concentre jusqu'à un volume de liquide de 2 cc environ. Laisser refroidir. On ajoute 10 cc de ClO_4H à 54° B. Douce ébullition jusqu'à évaporation presque complète du liquide. On termine au bain de sable pendant plusieurs heures jusqu'à disparition complète de fumées blanches de ClO_4H. On laisse refroidir. Reprendre par 50 à 75 cc d'HCl à 50 % en volume. Repos une nuit. On filtre le liquide sur filtre plat ; la silice insolubilisée reste sur les parois du ballon, il faut la faire passer sur le filtre en frottant les parois avec un agitateur à bout de caoutchouc. On entraîne par HCl 10 % bouillant. La silice recueillie sur filtre est lavée à HCl 10 % bouillant, puis à l'eau bouillante jusqu'à élimination de HCl du filtre. On sèche à l'air puis à l'étuve à 105°. On calcine au moufle doucement, puis au rouge vif une heure environ. Refroidir. Peser.

Les eaux de lavage recueillies sont évaporées à sec au bain de sable doux ; puis légère calcination du résidu sur le bain de sable chauffé plus fortement. Dissoudre par l'eau distillée. Passer sur filtre pour éliminer le fer et l'alumine insolubilisés.

Le filtrat est amené à 100 cc et sert aux autres déterminations (CaO, K_2O, P_2O_5).

Dosage de CaO. — Prise d'essai de 20 cc. Nous avons employé la technique de CHARLOT (14) qui permet d'obtenir de très gros cristaux d'oxalate de Ca ayant de faibles propriétés *adsorbantes*.

La prise d'essai additionnée d'HCl et d'oxalate d'ammonium en présence de rouge de méthyle est chauffée jusqu'à 80°. A ce moment on verse de l'ammoniaque jusqu'à virage de l'indicateur et on laisse reposer quelques heures. Filtration et titrage suivant méthode habituelle.

Dosage de K_2O. — Prise d'essai 4 cc. Nous avons utilisé la méthode BOURDON (13) basée sur l'attaque sulfochromique du précipité de cobaltinitrite de potassium sodium obtenu et titrage du mélange sulfochromique restant par le sel de Mohr, 0,1 N en solution sulfurique à 10 %, en milieu sulfophosphorique. En présence d'orthophénantroline ferreuse employée comme indicateur d'oxydo-réduction

1 cc sel de Mohr 0,1 N = 0,825 mg de K_2O.

Dosage de P^2O^5. — Prise d'essai 50 cc ramenée à 20 par évaporation. Précipitation par la méthode Lorenz-Scheffer à 75°.

Lavage du précipité sur filtre avec sulfate de sodium neutre à 1 %. Distillation dans appareil à semi micro dosage d'azote.

Dosage de l'azote total. — Prise d'essai de 0,5 g à 1 g de poudre ; semi micro Kjeldahl suivant méthode habituelle. Attaque par SO_4H_2 en présence de SO_4K_2 et Sélénium (pour une prise d'essai de 1 g : 4 g SO_4K_2, 0,5 g Se).

Dosage des formes du phosphore. — Phosphore lipidique. — Nous avons utilisé la méthode MICHEL-DURAND (12). 5 g de substance en poudre impalpable sont traités au Kumagawa pendant 6 à 8 heures avec de l'alcool absolu, puis par de la benzine pendant 4 heures. Après ce traitement, lavage du résidu de la cartouche par l'éther sulfurique bouillant. Passages au Kumagawa à l'éther et au chloroforme pendant 2 heures chacun.

L'extrait alcoolique est évaporé sous pression réduite de façon à empêcher la température de dépasser 70° à l'ébullition de l'alcool.

Les extraits benzéniques, éthérés et chloroformés sont remis sur ce résidu et évaporés sous pression réduite jusqu'à dessiccation. Attaque sulfonitrique sur le résidu de ces 4 extractions et détermination du phosphore.

Précipitation par méthode Lorenz-Scheffer à 75° sur une prise d'essai de 50 cc ramenée à 20 cc par évaporation. Le précipité est lavé très soigneusement, mis dans une petite fiole Kjeldahl. Attaque Kjeldahl légère et distillation dans un appareil de Parnas et Wagner. Titrage par $SO_4H_2N/50$.

Phosphore minéral. — La substance débarrassée des phospholipides est placée dans un flacon de 500 cc et traitée par 300 cc d'alcool à 95° et à 0,2 % en poids d'HCl.

On laisse macérer 4 heures en agitant de temps en temps. On décante et lave avec 300 cc d'alcool à 95°.

On rend le filtrat légèrement alcalin par addition d'ammoniaque concentré ; les phosphates se séparent en un précipité légèrement floconneux. On laisse reposer une nuit et on filtre. On dissout directement le précipité sur filtre par NO^3H dilué. Détermination du phosphore comme ci-dessus.

Phosphore organique soluble. — On ajoute au résidu de l'extraction alcoolique 150 cc d'HCl à 2 % et on laisse reposer 3 heures en agitant de temps en temps.

On filtre et lave à plusieurs reprises à l'eau.

Le filtrat additionné de 7 cc de NO_3 Mg à 40 % est évaporé au bain-marie et obtention de cendres blanches. On dissout dans NO_3H dilué. Détermination de P_2O_5 comme précédemment.

Combinaisons phospho-organiques insolubles. — Le résidu de l'extraction précédente est séché, introduit dans un grand matras Kjeldahl et attaque nitroperchlorique avec 60 cc d'acide nitrique ($d = 1,42$) et 30 cc de ClO_4H à 54°. B.

Détermination de P_2O_5 omme précédemment.

RÉSUMÉ

Dans l'utilisation des techniques de diagnostic foliaire, on se propose généralement de comparer des organes végétaux homologues placés dans des conditions différentes de fertilisation. A l'inverse, les auteurs ont pensé qu'il était possible de mettre en œuvre les mêmes techniques pour comparer des variétés de Maïs et des populations de Dactyles et de Fléoles, réunies et cultivées dans des milieux aussi identiques que possible.

De telles recherches impliquent le choix d'une feuille de référence et d'une date de prélèvement.

Dans une première partie consacrée à l'étude de diverses variétés de Maïs, après avoir mis en évidence l'existence de différences sensibles entre la composition minérale, (N, SiO_2, P_2O_5, CaO, K_2O) de deux feuilles situées immédiatement au-dessous de l'inflorescence mâle et de l'épi femelle, l'étude cinétique de cette composition a été entreprise durant toute la période végétative pour les deux dernières feuilles. Diverses considérations, tirées à la fois de cette étude et de l'évolution épidermique précisée par les botanistes histologiques (H. Prat) conduisent à choisir la dernière feuille comme feuille de référence. Pour que des feuilles appartenant à diverses variétés puissent être comparées, il convient de choisir certains rapports physiologiques assez stables au cours du développement : les rapports

$$\frac{N}{CaO + K_2O} \text{ (en milliéquivalents)}$$

$$\frac{N + P_2O_2 + SiO_2 + CaO + K_2O}{\text{cendres oxydées}} \text{ (en milliéquivalents)}$$

sont de ceux-là.

La relation $SiO_2 = K^{CaO}$ (en milliéquivalents) dans laquelle K est variable avec chaque variété a été utilisée.

Une représentation graphique des résultats analytiques permet d'interpréter les différences observées entre les diverses variétés.

Dans une seconde partie, des populations de Dactyles et de Fléoles des prés ont été comparées en prenant également la dernière feuille comme feuille de référence. Suivant la même technique des plantes mères et leurs descendances obtenues par fécondation libre et par auto-fécondation ont été examinées. On s'est surtout attaché à rapprocher la composition minérale du comportement biologique (précocité, alternativité, résistance au froid).

Les résultats acquis conduisent à une critique des techniques mises en œuvre dont il sera tenu compte dans un second mémoire.

BIBLIOGRAPHIE

(1) LAGATU (M.) et MAUME (L.). — Un grand nombre de mémoires de ces deux auteurs ont paru dans les *Ann. Agronomiques*. Voir notamment : Le diagnostic foliaire de la Pomme de terre (1930, 1932, 1933). Cf. également : *in* MASSIBOT, La Technique des essais culturaux et des études d'écologie agricole : Le diagnostic foliaire, p. 474 et suivantes.

(2) BASTISSE (E. M.). — Rôle vecteur des divers anions minéraux ou organiques dans les phénomènes géochimiques et physiologiques. *Ann. Agron.*, 1945.

(3) PRAT (H.). — L'épiderme des Graminées. Étude anatomique et systématique. Thèse Paris, 1931, 324 p., XX pl. Masson.

(4) THOMAS (W.) et MACK. — A foliar diagnostic study of the effect of three nitrogen carriers on the nutrition of *Zea Mays*. *Journal of Agricultural Research*. Vol. 59, août 1939, p. 3.

(5) BARBIER (G.). — Contribution à l'étude de la nutrition minérale de la plante en fonction de la composition chimique du milieu. *Ann. Agron.*, 1936, p. 508 et suivantes.

(6) DEMOLON (A.). — La croissance des végétaux. 4e édition, 1950, Paris, Dunod.

(7) VERDEYEN (J.). — Rapport général pour 1947 (2e partie). *Centre national de Recherches herbagères et fourragères*, 129 p. (ronéotypé).

(8) ROBINSON (R. R.). — Mineral contents of various clones of white clower when grown on different soils (*Journal Americ. Soc. Agron.*, 1942).

(9) BERTRAND (Didier). — Répartition du phosphore chez les végétaux supérieurs, p. 79-87, in Le phosphore et son rôle en biologie. *Journées du phosphore*, Paris, janvier 1949.

(10) BURGEVIN (H.) et GUYON (G.). — Action des engrais phosphatés sur le développement de la plante et sur la répartition du phosphore dans l'orge de printemps. *Ann. Agron.*, 1933, p. 670.

(11) MONTOULIAC (G.). — Répartition dans le Maïs des diverses combinaisons du phosphore au cours de la végétation. *C. R. Ac. Agr.*, 1941, t. XXVII, p. 778-796.

(12) MICHEL-DURAND (E.). — Le phosphore des végétaux. Fasc. II. Phosphore lipidique, 1939. *Presses Universitaires de France*, p. 161.

(13) BOURDON (D.). — Le semi-microdosage du potassium basé sur la précipitation du cobaltinitrite de potassium-sodium. *Ann. de Chimie Analytique*, juillet 1949, p. 154 et suivantes.

(14) CHARLOT (G.) et BÉZIER (D.). — Méthodes modernes d'analyse quantitative minérale 1949, p. 355-356.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
I. N. R. A.
Station d'Angers
BIBLIOTHÈQUE

LE SARRASIN ET SES POSSIBILITÉS D'AMÉLIORATION

PAR

V. TSVETOUKHINE
Station d'Amélioration des plantes, E. N. A., Rennes

PLAN DU MÉMOIRE

I. — Introduction.

II. — Historique.

III. — Caractères botaniques et classification.

IV. — Étude des sarrasins cultivés.

Caractères — Graine
Plante
Quelques essais sur la Fécondation
Essais de sélection massale
Hybridation interspécifique
Description des principaux types

Bibliographie.

I. — INTRODUCTION

La culture du Sarrasin en France, autrefois très florissante, perd de plus en plus de son importance. L'évolution de l'agriculture, avec l'emploi plus généralisé des engrais et des semences sélectionnées, rend la culture d'autres céréales plus rentable et plus sûre.

L'évolution sociale, corollaire du progrès agricole, atténue les particularités locales, change le mode de vie, d'alimentation. On consomme moins de Sarrasin dans les campagnes.

De plus, le Sarrasin, ne présentant pas d'intérêt économique important, est resté en dehors des améliorations apportées aux autres plantes cultivées par les sélectionneurs.

La bibliographie est très peu abondante en France, à part quelques an-

ciennes publications, d'ailleurs sommaires. Les données étrangères, plus récentes, sont aussi, très souvent, contradictoires.

Cependant, il y a des régions, en France, où cette culture est encore pratiquée assez couramment, car il y a des terres « à Sarrasin », où tout naturellement on a recours à cette plante. Le Sarrasin peut être semé tard dans la saison, ce qui le désigne aussi comme une plante excellente pour la culture dérobée.

Le Sarrasin est une plante mellifère très estimée des apiculteurs. Sa floraison estivale apporte un précieux appoint à la production du miel à la fin de l'été.

D'ailleurs, peu de temps avant la dernière guerre, la France occupait, encore la deuxième place parmi les pays producteurs du Sarrasin, avec 355.000 ha. La Russie venant en première place avec 2.634.00 ha. Pour l'année 1950, on indique encore 101.859 ha occupés par la culture du Sarrasin en France.

Le déclin de la culture de cette plante s'explique, d'après les praticiens, par l'irrégularité et l'insuffisance des rendements, par la difficulté de se procurer une bonne semence (exempte de Sarrasin de Tartarie) et, aussi, par le fait que cette culture est traitée, trop souvent, en parent pauvre, en ce sens que l'agriculteur ne lui accorde que très rarement une fumure suffisante et convenablement équilibrée.

En ce qui concerne la semence, nous nous sommes trouvé nous-même devant cette difficulté pour nos essais de Sarrasin, ce qui nous a incité, d'ailleurs, à entreprendre l'étude de cette plante.

Le premier lot de semence, que nous avons pu trouver dans la région de Rennes, nous a frappé par l'hétérogénéité des types de grains qui le constituaient et, aussi, par une proportion très élevée de sarrasin de Tartarie (ou de Barbarie). En procédant au triage des semences pour éliminer le Sarrasin de Tartarie, nous nous sommes appliqués à mettre à part les différents types de grains, en les séparant, suivant leurs formes et leurs couleurs. C'est ainsi qu'a été constitué notre matériel de départ. Par la suite, notre collection a été enrichie par d'autres apports (France, U. S. A., Allemagne).

II. — HISTORIQUE

Le Sarrasin (*Fagopyrum sp.*) est originaire de l'Est asiatique (Mandchourie, Sibérie orientale). Les premières indications bibliographiques sur cette plante datent des IXe et Xe siècles de notre ère. Par la Russie, le Sarrasin pénètre en Europe vers 1400. En France, on possède des indications sur le Sarrasin datant de 1460. Un cartulaire de l'Abbaye de Redon (I-et-V) fait mention du Sarrasin au XVe siècle. Jules RIEFFEL indique l'envoi de Sarrasin de Lyon

à Champeignois, apothicaire à Rennes en 1501. Les premiers auteurs ne parlent que du Sarrasin noir (CHOMEL 1743, PARMENTIER, ROMME, 1802). Les deux derniers mentionnent cependant le Sarrasin de Tartarie. NOIROT (1839) précise que le Sarrasin de Tartarie est connu en France depuis une trentaine d'années, ce qui permet de situer l'introduction de cette espèce vers l'an 1800. Le même NOIROT différencie dans le Sarrasin ordinaire deux types, le petit, arrondi qu'il considère comme meilleur et le gros anguleux, « bon surtout pour les animaux ». Jules RIEFFEL (1839-1840) fait la même distinction, en appelant le premier « dit de Bretagne ». GOSSIN (1867) renouvelle cette énumération.

A notre connaissance A. DE LA MORVONNAIS (1882) parle le premier du Sarrasin argenté, qui est introduit en France par la maison VILMORIN-ANDRIEUX vers 1877. Ce sarrasin serait originaire de Finlande.

Le premier essai de cette variété a été tenté avec succès par DE LA BEVIÈRE à Langes (Ain) en 1881 et vers 1882 par les Trappistes de la MEILLERAYE dans la Loire inférieure. Jules RIEFFEL connaissait le Sarrasin argenté ; mais de toute évidence, on ne peut lui attribuer en aucune manière, le titre de « Parmentier du Sarrasin ». Bien au contraire, avec beaucoup de clairvoyance, il pensait que cette culture devait céder la place aux autres Céréales et notamment au Froment, dont la culture était presque inconnue, de son temps, en Bretagne.

Très rapidement le Sarrasin argenté avait détrôné le Sarrasin commun. Mais de tout temps, le Sarrasin n'a jamais été l'objet d'une amélioration sérieuse. Durant très longtemps, seule la pureté de la semence, au point de vue de la proportion, plus ou moins grande de Sarrasin de Tartarie, était considérée ; peut-être recherchait-on la forme ronde et petite de préférence.

D'ailleurs, il en est exactement de même à l'heure actuelle. La situation n'a guère évolué depuis RIEFFEL.

III. — CARACTÈRES BOTANIQUES ET CLASSIFICATION

LINNE place le Sarrasin dans le genre *Polygonum* et le considère comme une espèce de ce genre : *Polygonum Fagopyrum*. Depuis, la plupart des auteurs séparent le Sarrasin du genre Polygonum et en font un genre à part — *Fagopyrum* — famille des Polygonacées, tribu des Eupolygonées.

Le *Fagopyrum* — phanérogame, dicotyledone, apétale est une plante herbacée, annuelle, à système radiculaire fasciculé, quaternaire, à tige glabre, plus ou moins colorée en rouge, à quatre arêtes principales, creuse, portant aux nœuds des stipules. Les feuilles sont pédonculées à la base et sessiles au sommet, cordiformes, acuminées. Les nervures des feuilles sont palmées ; cinq nervures principales avec coloration rouge plus ou moins étendue. Inflorescence en pani-

cules très lâches ou en corymbe, ou en corymbe de grappes. La fleur est hermaphrodite à huit étamines, trois styles et huit nectaires ; elle est hétéromorphe : brevistylée et longistaminée ou longistylée et brevistaminée (fig. 1).

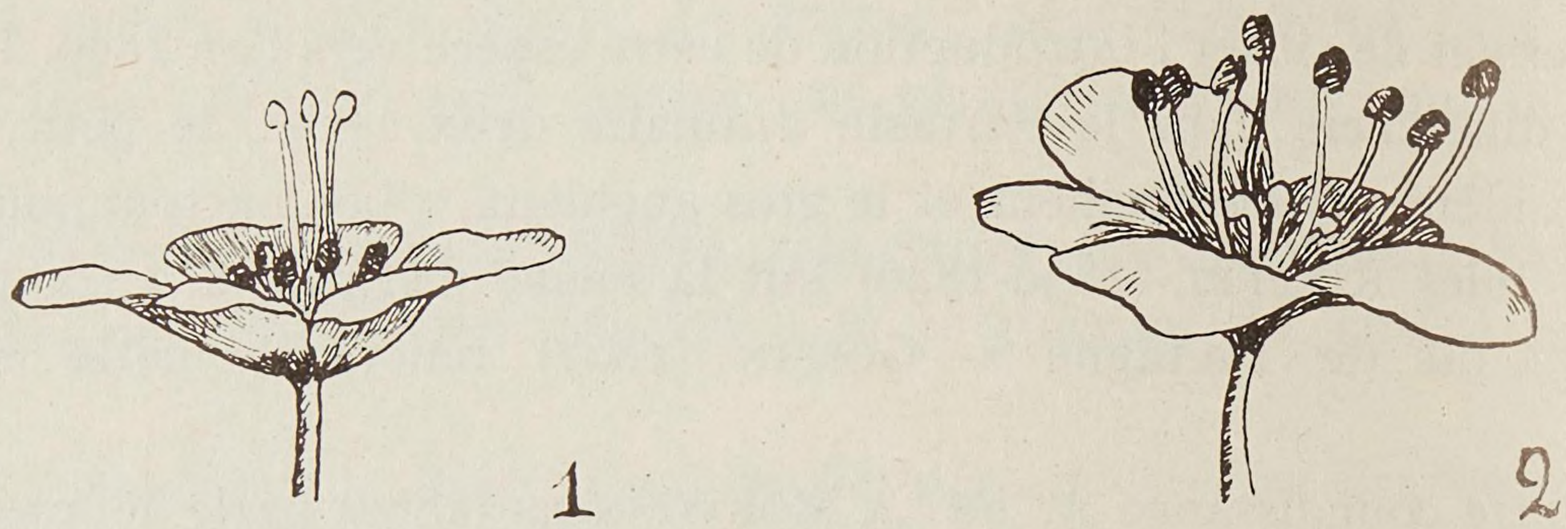


FIG. 1. — Fleurs de sarrasin.
1. Longistylée. — 2. Brevistylée.

Espèces et variétés.

DE CANDOLLE cite huit espèces de Fagopyrum : *Fagopyrum esculentum, Fagopyrum tataricum, Fagopyrum emarginatum, Fagopyrum stenocarpa, Fagopyrum tinctorium, Fagopyrum cymosum, Fagopyrum cuspidatum, Fagopyrum pyramidatum.*

Les auteurs, qui traitent le Sarrasin comme plante cultivée ne parlent, le plus souvent, que des deux premières espèces. A leur exemple, nous limiterons notre étude aux quatre premières espèces, laissant de côté les quatre autres, sans intérêt pour nous. Cependant, nous pensons qu'il y a lieu de les classer de la manière suivante :

1re *Espèce* :

Fagopyrum esculentum. — Variétés : Sarrasin noir, Sarrasin ordinaire (S. Russe), Sarrasin argenté.

Sous-espèce :

Fagopyrum emarginatum. — Variétés : Sarrasin émarginé, Sarrasin Japonais.

2e *Espèce* :

Fagopyrum tataricum. — Sarrasin de Tartarie.

Sous-espèce.

Fagopyrum stenocarpa. — Sarrasin seigle, *Welsford*, nouvelle variété canadienne.

Les *Fagopyrum esculentum*, de même que la sous-espèce *Fagopyrum emarginatum*, ne présentent que peu de différences dans l'aspect de la plante et de la fleur. Seules les graines diffèrent.

La même constatation peut être faite pour le *Fagopyrum Tataricum* et le *Fagopyrum Stenocarpa* (1).

(1) MIÈGE (7, p. 134) étudiant la structure des enveloppes du grain de ces quatre types, confirme l'analogie entre le *Fagopyrum esculentum* et le *Fagopyrum émarginatum* d'une part, et de *Fagopyrum Tataricum* et *Fagopyrum Stenocarpa* d'autre part. Il dit, que « ces quatre espèces vont deux à deux ».

IV. — ÉTUDE DES SARRASINS CULTIVÉS

Graine.

L'examen des caractères extérieurs du grain, plus exactement du fruit, qui est un akène, est le moyen le plus pratique pour différencier les divers types de sarrasin.

Forme (fig. 2-A). — L'examen de la forme générale du grain, permet de distinguer les types suivants :

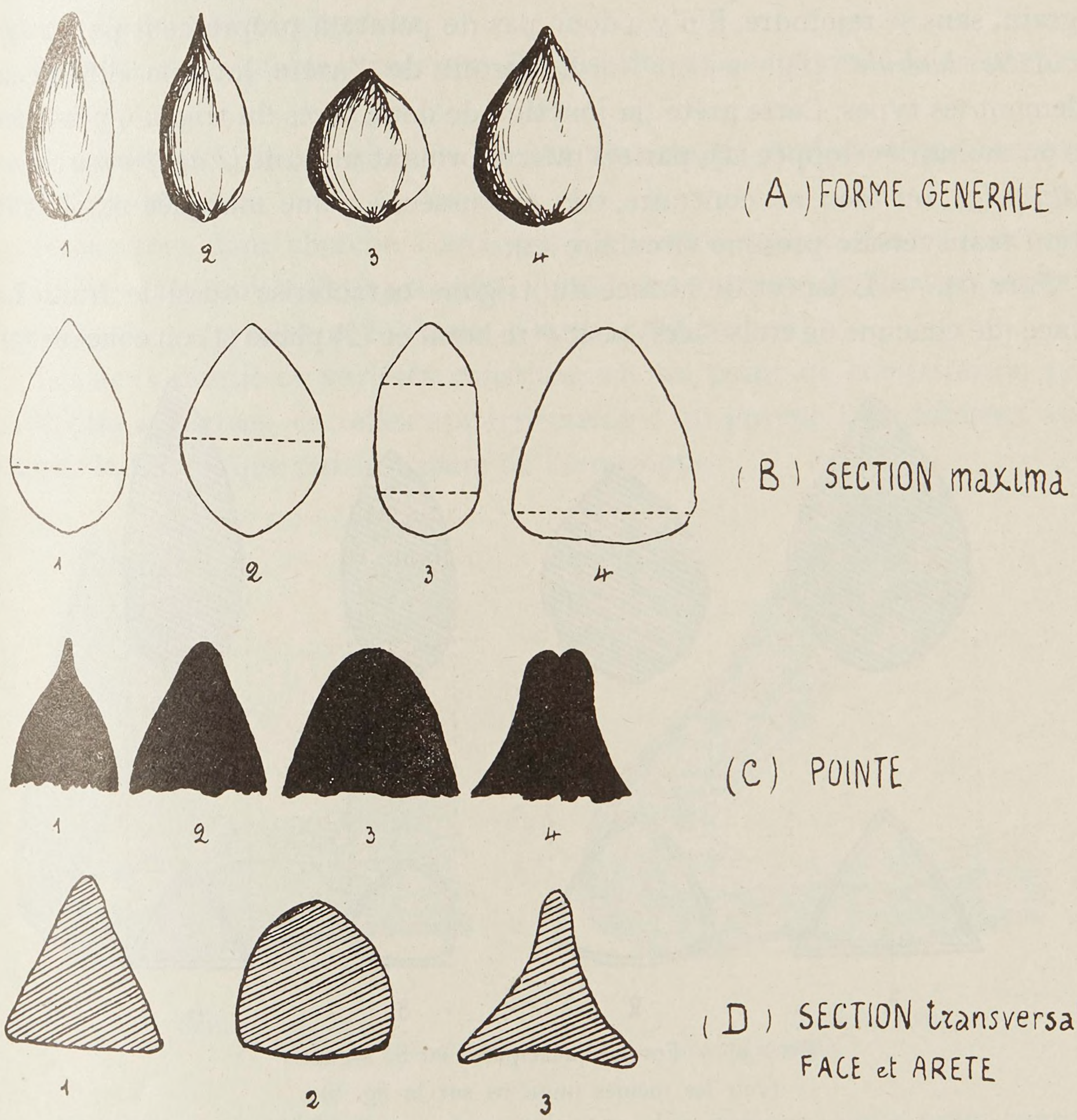


FIG. 2. — Caractéristiques de la graine.

Grain allongé, soit dans son ensemble (1), soit par l'allongement de la pointe seulement (2).

Grain rond dans lequel la longueur est sensiblement égale à la section transversale maximum (3).

Grain normal légèrement plus long que large (4).

Section (fig. 2-B). — On peut considérer la position de la plus grande

section (ou de la plus grande largeur) par rapport à la longueur. Cette section maxima, peut être située (le plus souvent) dans le tiers inférieur de la longueur totale (1), ou bien vers le milieu (2), ou encore à la base du trigone (4) (*Fagopyrum emarginatum*) ou même, dans les formes presque cylindriques, elle peut occuper toute une partie de la longueur (3). Le Sarrasin de Tartarie présente deux sections maxima, à la base et au sommet.

Pointe (fig. 2-C.). — La pointe terminale du trigone peut aussi caractériser la graine. Elle est étirée en pointe chez le Sarrasin noir (1) émoussée chez le Sarrasin canadien (Coque d'argent ou Silverhull) (2) et obtuse chez le Sarrasin émarginé. Chez le Sarrasin japonais, les trois arêtes s'arrondissent au sommet du grain. sans se rejoindre, il n'y a donc pas de pointe à proprement parler (4).

Arête latérale (fig. 2-D). — Le profil de l'arête latérale différencie également les types. Cette arête (la jonction de deux faces du trigone) peut être plus ou moins développée (1), parfois même formant une aile (*Fagopyrum emarginatum* (3), ou bien, au contraire, très émoussée, à peine marquée rendant la section transversale presque circulaire (2).

Face (1). — L'aspect de la face du trigone caractérise aussi le fruit. La surface (de chacune de trois faces) peut être bombée (2) plane (1) ou concave (3).

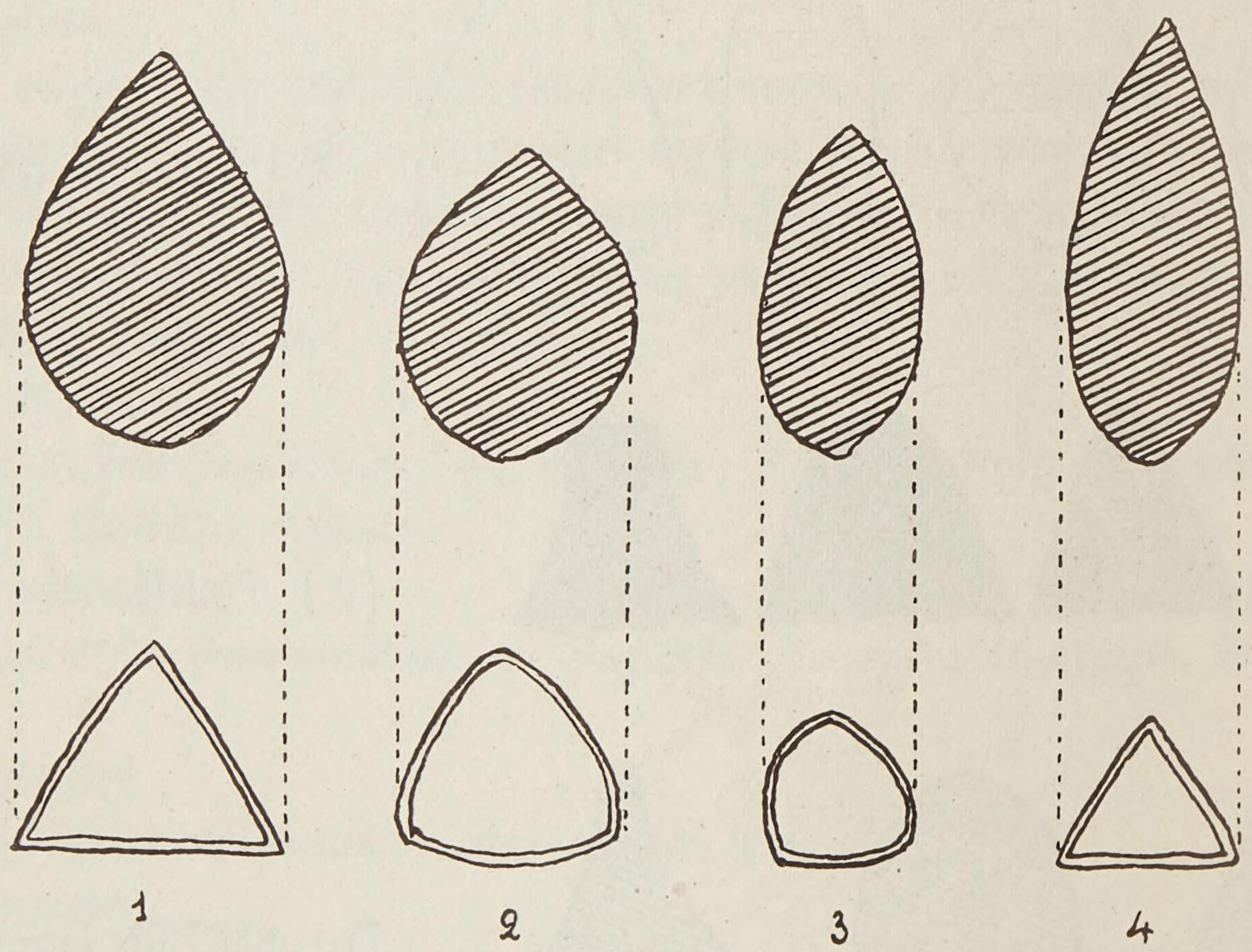


FIG. 3. — Formes principales du S. argenté.
(voir les mêmes numéros sur la fig. 6)

Tégument. Importance quantitative du tégument. — En ce qui concerne la forme générale du fruit, on peut considérer, dans le Sarrasin argenté (le seul cultivé en France) quatre types principaux (voir fig. 3) avec des formes intermédiaires, excessivement nombreuses.

1° Le premier type, que nous appellerons « Normal » (1) est à gros grain,

(1) On trouve couramment, chez le sarrasin des graines anormales à deux faces ou à 4-5 et 6 faces.

plus long que large, aux arêtes bien marquées, aux faces planes ou très légèrement bombées, de couleur gris argent nette.

2° Le deuxième plus arrondi dans sa forme générale, plus petit, aux faces bombées, de couleur légèrement plus terne (2).

3° Le troisième type, plutôt petit, nettement allongé, à pointe acuminée, la section transversale presque ronde (3).

4° Enfin, le dernier type est très allongé, assez gros, à section triangulaire, les faces planes.

Nous pensons, que le premier type est, en quelque sorte, le « prototype » des autres, surtout, à cause de sa couleur, qui constitue, en somme le caractère principal de la variété argentée.

Que valent ces quatre types, pour l'utilisation en meunerie et le rendement en farine ?

Généralement, on attache une grande importance au déchet que constitue l'enveloppe du grain.

Nous avons donc cherché à analyser les quatre types ci-dessus à ce point de vue, en y ajoutant le Petit prussien, qui est une variante du Sarrasin argenté, et aussi le Sarrasin russe et le Coque d'Argent (Silverhull).

Les deux dernières variétés constituaient un point de comparaison pour les variétés argentées, car elles appartiennent à un groupe très différent aussi bien par la forme, que par la nature de l'enveloppe.

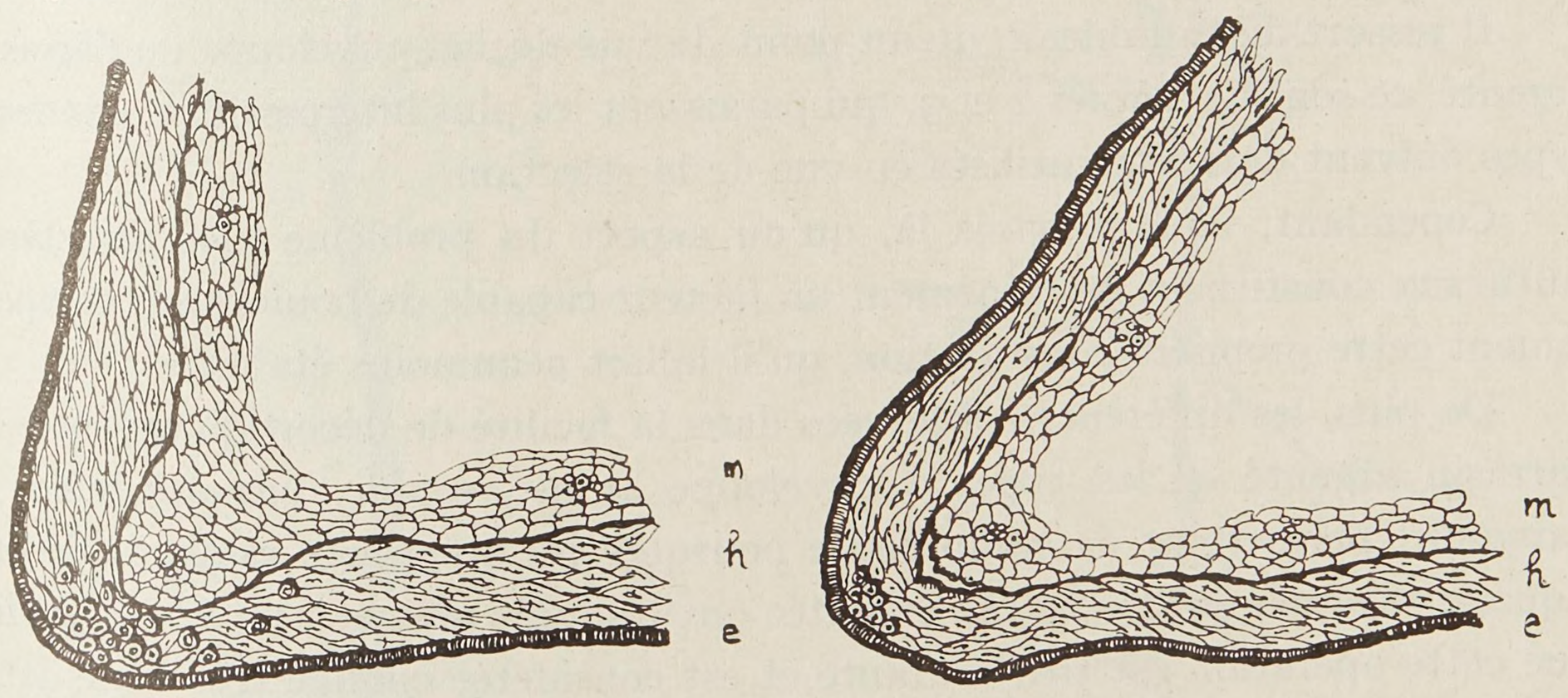


FIG. 4.

Sarrasin argenté. Sarrasin russe.
c: épiderme ; — *h:* hypoderme ; — *m:* mésocarpe.

En effet, en procédant au décortiquage des graines, nous nous sommes rendu compte, que toutes les variétés argentées possèdent un tégument épais solide, tenace, intimement accolé à l'amande (à la graine proprement dite), bien soudé sur l'arête. Par contre le Sarassin russe et le Silverhull ont le tégument plus mince, plus souple, se séparant facilement de l'amande et peu adhérent sur le bord de l'arête, s'ouvrant facilement le long de celle-ci et séparant souvent les trois faces du trigone.

En comparant au microscope (fig. 4) la structure anatomique du tégument

sur le bord de l'arête, on constate certaines différences susceptibles de fournir l'explication sur la solidité de ces « charnières » dans les deux cas en présence.

Dans le Sarrasin argenté, nous voyons, à la pointe, un nombre plus grand de cellules à parois épaisses rangées verticalement, ces cellules sont disséminées sur une surface plus grande. Les cellules du mésocarpe sont disposées horizontalement en couche plus épaisse, elles semblent adhérer plus solidement à l'hypoderme. De plus, l'épaisseur totale des parois du tégument du Sarrasin argenté est aussi nettement plus grande. Cependant la proportion, en poids, du tégument par rapport à l'amande, chez le Sarrasin russe est très élevée ; nous pensons que cela est dû au fait que dans l'échantillon qui nous a servi à cette détermination, l'amande était visiblement mal nourrie. Nous devons dire que nous ignorons tout des conditions de la récolte de cet échantillon, reçu d'Allemagne.

Enveloppes % du poids total de la graine sèche

	Rennes	d'après MIÈGE (7)
Argenté n° 1	21,58	23 %
n° 2	20,78	
n° 3	19,48	
n° 4	24,27	
Petit prussien	24,77	
Sarrasin russe	29,23	27,7
Silverhull	21,40	

Il ressort de ce tableau, qu'au point de vue déchet-enveloppe du Sarrasin argenté, ce sont les formes 2 et 3, qui paraissent les plus intéressantes. Ces deux types doivent donc être utilisés en vue de la sélection.

Cependant, nous n'avons là, qu'un aspect du problème ; les caractères culturaux constituent certainement un facteur capable de bouleverser complètement cette première constatation, qu'il fallait néanmoins établir.

De plus, les différences observées dans la facilité de décortiquage entre le Sarrasin argenté et les types à enveloppe ample, souple, peu adhérente à l'amande, permettent de comprendre pourquoi les nombreux essais de décortiquage effectués sur la variété argentée ont toujours abouti à un échec, tandis que cette opération est très courante et est considérée comme très facile dans les pays de l'Est européen.

Étant donné que l'utilisation de Sarrasin sous forme de grain décortiqué ou de semoule peut ouvrir un débouché nouveau pour le Sarrasin, l'étude et l'adaptation de ces variétés en France présente également un certain intérêt.

Coloration. — Un autre caractère du fruit est la coloration de l'enveloppe. Elle va du noir brillant au gris argent, passant par le marron plus ou moins clair et formant parfois des zébrures noires sur le fond gris, plus ou moins foncé.

Rugosité. — Tous les *Fagopyrum esculentum* ont la surface lisse. Le *Fagopyrum Stenocarpa* et surtout le *Fagopyrum Tataricum* ont la surface rugueuse ; ce dernier a des arêtes rigides, plus ou moins dentelées.

Plante.

Sans entrer dans une étude détaillée des caractères morphologiques du Sarrasin, nous pouvons indiquer, cependant, quelques différences constatées au cours de la végétation, entre le *Fagopyrum esculentum* et le *Fagopyrum Tataricum*.

Axe hypocotylé (fig. 5). — Il est nettement court chez le *Fagopyrum Tataricum* ; de plus le pétiole des premières feuilles adultes étant plus long que chez le *Fagopyrum esculentum*, les jeunes plantes de *Fagopyrum Tataricum* paraissent plus étalées. Chez le *Fagopyrum Tataricum* l'axe hypocotylé est légèrement et finement duveté, immédiatement en-dessous des feuilles cotylédonaires. Les bords du pétiole portent également des poils. Le *Fagopyrum Esculentum* (var. argentée) a l'axe hypocotylé et les pétioles des feuilles cotylédonaires lisses. Le Sarrasin japonais présente à ce point de vue un aspect intermédiaire, les poils sont remplacés par des petits mamelons.

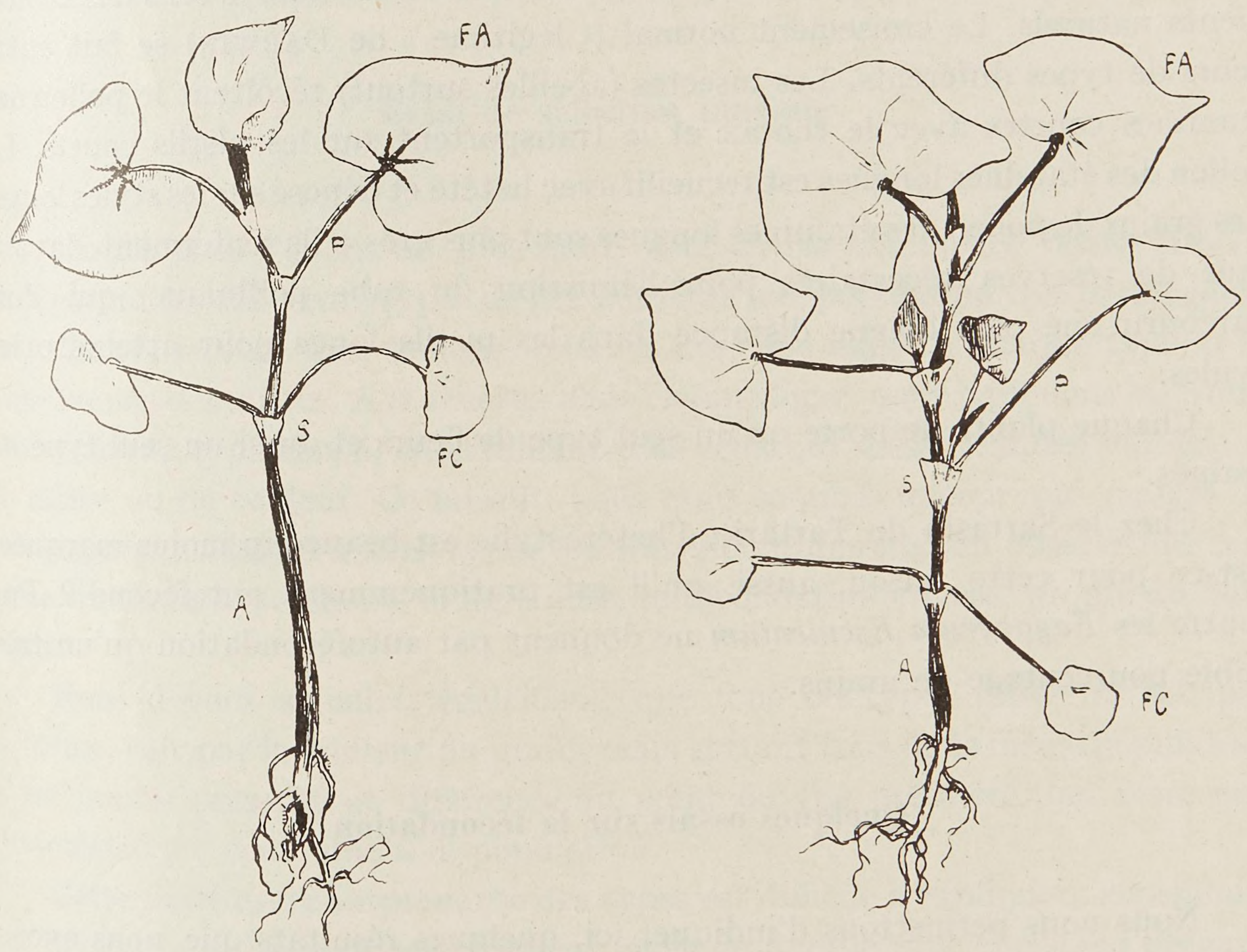


FIG. 5.

Fagopyrum esculentum *Fagopyrum Tataricum*

A : axe hypocotylé. — S : stipule. — FC : feuille cotylédonnaire. — FA : feuille adulte. — P : pétiole de la première feuille adulte.

Feuille cotylédonaire (fig. 5). — Chez le *Fagopyrum esculentum* elle est nettement plus large que longue ; chez le *Fagopyrum Tataricum* la forme générale est arrondie (aussi large que longue).

Feuille adulte (fig. 5). — La coloration des feuilles est claire chez le *Fagopyrum Tataricum*. La feuille est plus pointue, les lobes sont plus découpés et plus pointus que chez *Fagopyrum Esculentum*. La forme générale est plus

sagittée, tandis que chez le *Fagopyrum Esculentum* elle est cordiforme. La base des nervures du limbe est à peine teintée de rouge ; chez le *Fagopyrum Esculentum* le rouge s'étend nettement plus loin sur les trois nervures principales.

Stipule (fig. 5). — Chez le *Fagopyrum Tataricum* ils sont volumineux, clairs, membraneux, garnis de quelques courts poils. Leur extrémité n'est pas adhérente à la tige.

Chez le *Fagopyrum Esculentum* ils sont verts, plus adhérents à la tige et lisses. Ils se confondent complètement avec celle-ci.

Inflorescence. — En grappes très lâches chez *Fagopyrum Tataricum*, les fleurs sont groupées en une inflorescence serrée chez *Fagopyrum Esculentum*.

Fleur. — Rappelons que les *Fagopyrum* sont des plantes à dimorphisme floral (Hétérostylie).

Cette particularité de la morphologie florale conditionne le sens des croisements naturels. Le croisement normal (« légitime » de DARWIN) se fait entre fleurs de types différents. Les insectes (abeilles surtout) récoltent le pollen des étamines courtes avec le thorax et le transportent sur les pistils courts. Le pollen des étamines longues est recueilli avec la tête et déposé sur les styles longs. Les grains de pollen des étamines longues sont plus gros ; ils renferment davantage de réserves nécessaires pour l'émission du tube pollinique, qui doit parcourir une plus longue distance dans les pistils longs pour atteindre les ovules.

Chaque plante ne porte qu'un seul type de fleurs et aussi un seul type de graines.

Chez le Sarrasin de Tartarie, l'hétérostylie est beaucoup moins marquée, Est-ce pour cette raison, aussi, qu'il est pratiquemment autofécond ? Par contre les *Fagopyrum Esculentum* ne donnent par autofécondation qu'un très faible pourcentage de grains.

Quelques essais sur la fécondation

Nous nous permettons d'indiquer ici, quelques résultats que nous avons obtenus dans nos essais de fécondation poursuivis depuis deux ans. Nous reconnaisssons volontiers que ces essais et les constatations qu'ils permettent d'enregistrer sont quelque peu sommaires, mais ils donnent, néanmoins, une indication sur l'allure générale de la fécondation dans les différentes combinaisons.

Chez *Fagopyrum Esculentum*, voici le pourcentage de fructification que nous avons obtenu pour les différents types de plantes, combinés entre eux. Nous donnons à côté les chiffres publiés par I. S. MODILEWSKY (8) établis lors des essais de pollinisation sur le Sarrasin.

	Nombre moyen de grains par plante	% fécondation Rennes	% fécondation d'après I. S. MODILEWSKY
Autofécondation :	—	—	—
1) Plante brevistylée	3,5	8,3	1,8
2) Plante longistylée	2		
Fécondation croisée entre plantes de même type :			
1) Deux plantes brevistylées	5,5	21,6	5,5
2) Deux plantes longistylées	8,5		
Fécondation croisée entre plantes de types différents	22,7	70,2	45

Nos chiffres et ceux de I. S. MODILEWSKY ne sont pas, à proprement parler, comparables. Alors que I. S. MODILEWSKY enregistre la proportion des grains de pollen aboutissant au développement de l'embryon, nous avons tenu compte simplement du nombre des grains récoltés sur les plantes observées. Cependant il se dégage de cette comparaison une analogie assez nette ; c'est à quoi, logiquement, on devait s'attendre.

Essai de sélection massale

Comme nous l'avons dit plus haut, nous avons commencé notre travail en séparant les différents types de graines dans une population très hétérogène. Pour les conserver, nous semons, tous les ans, une ligne de chaque type, à la suite les uns des autres. A la récolte, dans chaque ligne, nous reprenons les fruits conformes au type choisi, en éliminant tous ceux qui présentent des variations de forme ou de couleur. Ce faisant, nous nous sommes aperçu que malgré le voisinage immédiat d'autres types, parfois bien différents, on observe une certaine fixité du type choisi, malgré aussi la fécondation croisée, propre au Sarrasin.

Nous devons signaler, également, que tous ces types, différents soit par la forme, soit par la couleur du grain, mais sortant tous de la même population n'ont jamais présenté de différence au point de vue précocité, qui reste une caractéristique commune à la population.

Cette fixité assez surprenante des types est difficile à expliquer, cependant elle démontre qu'il serait relativement facile de fixer le type choisi, en prenant les précautions habituelles d'isolement, simplement par la sélection massale. Le tableau, ci-dessous, résume la variation du pourcentage du type déterminé, dans les trois récoltes successives.

	1948	1949	1950
1) Gros grain, forte arête	22 %	70,5 %	62 %
2) Grain arrondi	15	71,4	65
3) Grain allongé	25	81,2	69,7
4) Grain pigmenté	57	67,4	100
5) Grain noir	27,7	51,8	63,2
6) Grain brun (issu du noir)	—	52,2	73,3

Hybridation interspécifique

Sans en avoir la certitude, car nos essais sont encore trop limités pour pouvoir conclure d'une manière définitive, nous pensons que les croisements naturels sont fréquents dans le groupe *Fagopyrum Esculentum* y compris le *Fagopyrum Emarginatum*. Le croissement entre le *Fagopyrum Tataricum* et le *Fagopyrum Stenocarpa*, nous paraît plus problématique.

Par contre, nous pensons pouvoir affirmer, qu'il n'y a pas d'hybridation entre les deux groupes *F. Esculentum* et *F. Emarginatum* d'une part et *F. Tataricum* et *F. Stenocarpa* d'autre part.

En effet, au cours des nombreux triages et examens attentifs des différents types de grains, nous n'avons jamais découvert de graines du type intermédiaire indiquant l'existence d'hybrides entre les deux groupes. Un triage sérieux était toujours suffisant pour séparer définitivement les *Fagopyrum Esculentum* du *Fagopyrum Tataricum* et *Fagopyrum Stenocarpa*.

Voici donc une constatation, très importante au point de vue pratique, et qui fait tomber une difficulté, à savoir qu'il est possible et même facile, d'éliminer d'une semence le *Fagopyrum Tataricum* comme impureté.

Il nous reste à savoir dans quelle mesure on peut opérer la sélection de *Fagopyrum Esculentum*, afin d'obtenir une semence homogène.

Description des principaux types de sarrasin

Il est assez difficile de parler des variétés de Sarrasin car, pratiquement, étant donné la fécondation croisée chez cette plante et l'absence de tout travail de sélection, il n'en existe pas. On ne peut qu'indiquer des types principaux, dont les noms ont davantage une signification géographique que génétique [1]. Nous ne pouvons pas parler de variétés nouvelles polyploïdes, encore dans le domaine du laboratoire.

1) *Fagopyrum Esculentum* (fig. 6).

Le Sarrasin noir (Fig. 6-9). — On sait que le Sarrasin noir doit être considéré comme le type primitif du *Fagopyrum Esculentum*. Le grain du Sarrasin noir est relativement petit, légèrement plus long que large avec une pointe terminale accusée, d'un noir brillant à reflets marrons. Le Sarrasin noir s'hybride avec le Sarrasin argenté car on trouve couramment dans ce dernier des teintes marron passant au beige. Dans les multiplications successives des graines marron, nous avons pu arriver à une nette stabilisation de la couleur marron.

Le Sarrasin argenté (Fig. 6-1-2-3-4 et 5). — Le seul type cultivé en France. Parmi les nombreuses populations examinées nous n'avons jamais trouvé

[1] Tous les sarrasins sont à $2n = 16$.

d'uniformité parfaite. Les meilleurs lots comportent au moins deux ou trois types de graines de formes différentes.

Parmi les départements de l'Ouest de la France, le Morbihan et la Loire-Inférieure possèdent des lots meilleurs que l'Ille-et-Vilaine qui, autrefois, occupait la première place dans la production française (1882).

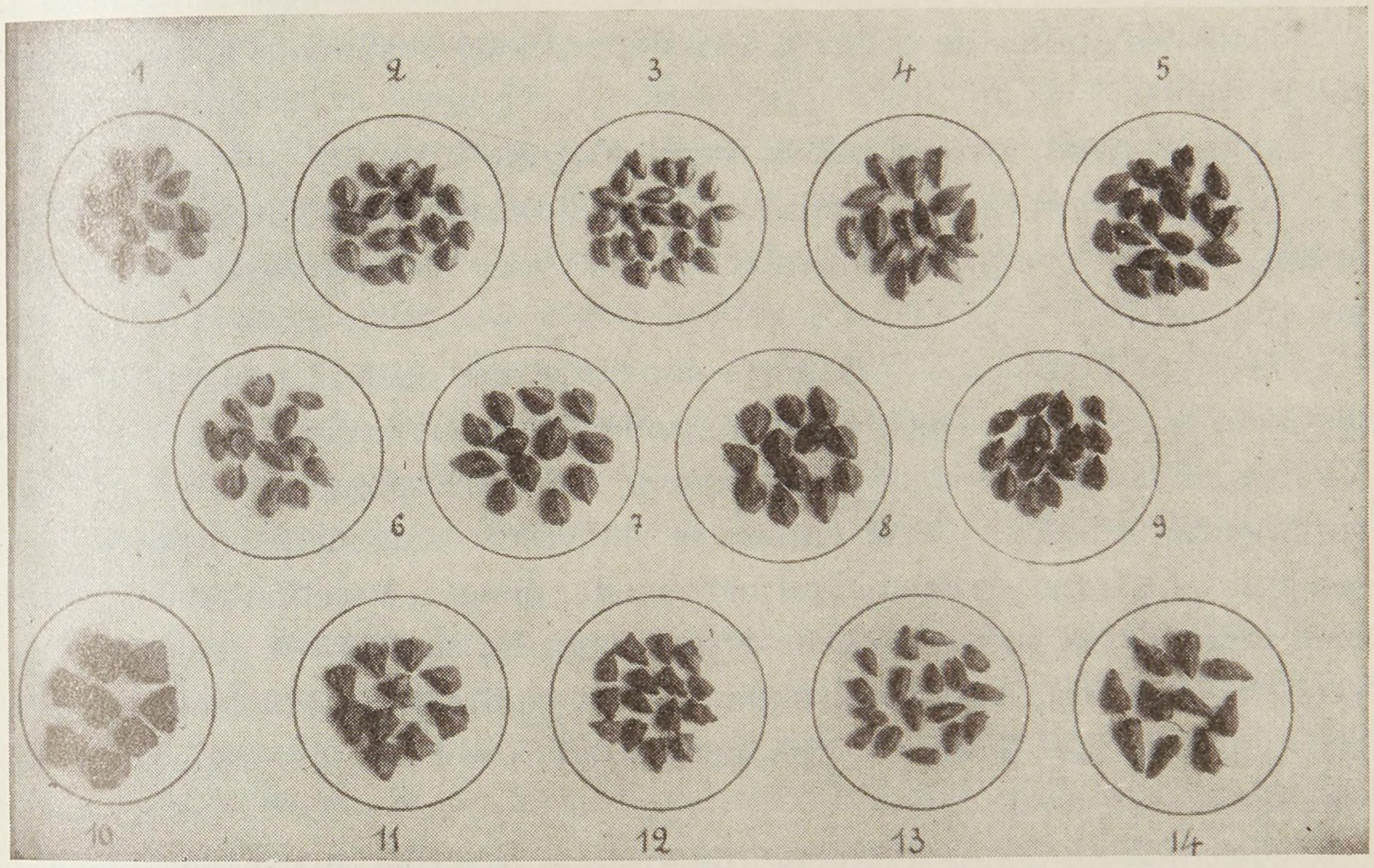


Fig. 6. — Types et variétés de Sarrasin

1 : Argenté type « normal ». — 2. Argenté gros, court, arrondi. — 3. Argenté petit, allongé, arrondi. — 4. Argenté gros, long, anguleux. — 5. Argenté strié de noir. — 6. Argenté graines à deux et quatre faces. — 7. Sarrasin canadien (Silverhull ou Coque d'Argent). — 8. Sarrasin Russe. — 9. Sarrasin noir. — 10. Sarrasin émarginé. — 11. Sarrasin japonais. — 12. Sarrasin de Tartarie. — 13. Sarrasin Stenocarpa. — 14. Sarrasin Stenocarpa tétraploïde.

L'amélioration apportée, à la longue, à l'uniformité et à la pureté des semences est nettement plus grande dans les deux premiers départements qu'en Ille et Vilaine. Dans cette dernière région on ne trouve que rarement la forme arrondie, recherchée par les minotiers. (1) Souvent, le gros argenté avec arêtes prononcées domine en même temps que toutes les formes à petit grain, souvent allongé ; de plus la proportion de Sarrasin de Tartarie est, généralement, plus élevée.

Les informations de sources américaines indiquent que le Sarrasin japonais donne des rendements supérieurs à la variété Silverhull. Cependant le Silverhull des américains, malgré son nom n'est pas le vrai argenté. De plus ces deux variétés sont trop tardives pour le climat de l'Ouest de la France et il ne semble pas qu'on puisse envisager l'essor de ces variétés pour concurrencer le Sarrasin argenté, d'autant plus que la forme du grain (gros grain à

(1) Nous pensons, que les conditions écologiques doivent influencer l'aspect général de la graine, suivant la prédominance du développement, soit de l'enveloppe, soit de l'amande, ou bien, simplement par la grosseur générale du grain.

arêtes marquées et, même, ailées) ne plait pas, à priori, aux utilisateurs français. La même objection peut être faite à propos du Sarrasin russe.

Il ne reste donc que l'éventualité d'amélioration des types existants du Sarrasin argenté. Ici, deux types seraient à retenir, tout en cherchant à conserver la forme arrondie, corrélative des caractères « arêtes émoussées » et « faces bombées ».

Dans les limites de ces caractéristiques, nous retrouvons la très ancienne subdivision.

a) *Gros grain,* arrondi par sa forme générale (fig. 6-2).

b) *Petit grain,* grain paraissant arrondi surtout par l'atténuation de ses arêtes, presque complètement effacées, avec une forme générale plutôt allongée (fig. 6-3).

Le Petit Prussien. — A notre connaissance, c'est la seule variété, bien distincte du Sarrasin argenté. On la trouve, presque exclusivement en Ille et Vilaine, où certains la considèrent comme étant plus productive que le Sarrasin argenté ordinaire. Cette variété se caractérise surtout par la petitesse de son grain. La forme de celui-ci est nettement allongée, à section ronde, la pointe bien marquée, la partie médiane cylindrique. La couleur est gris argent, souvent striée de noir. A l'examen superficiel, la plante ne présente aucune caractéristique spéciale. Nous n'avons aucune indication sur son origine, sauf celle que donne son nom.

Silverhull ou Coque d'Argent (fig. 6-7). — Cultivé aux États-Unis et au Canada. Comme nous avons dit plus haut, il ne s'agit pas, à notre sens, du vrai Sarrasin argenté ; car cette variété, par la couleur foncée et la forme de son grain, qui est plus anguleux et plus volumineux, doit faire partie d'un autre type fondamental qui nous semble se rapprocher davantage du Sarrasin russe, voire même du Sarrasin japonais. Cependant, on trouve dans cette variété des traces de teinte gris argenté. Les échantillons, reçus des U. S. A. et du Canada, présentent une pureté douteuse qui semble indiquer la possibilité d'hybridation avec le Sarrasin japonais (on trouve la même couleur foncée et même les graines ailées du type japonais). Cette variété est très tardive et s'est montrée plutôt décevante dans nos essais.

Le Sarrasin russe (fig. 6-8). — Cette variété est très voisine du Silverhull, par sa couleur brune, qui est cependant plus claire et dans laquelle il n'y a pas de traces de gris-argent. Le grain est gros et a des arêtes très accusées mais sans aucune tendance vers la forme « ailée ». Les graines se décortiquent beaucoup plus facilement que dans la variété argentée, surtout dans les formes arrondies de celle-ci. C'est ce qui explique, à notre avis, l'utilisation principale de cette graine, en Russie, sous forme d'amande décortiquée pour la préparation des gruaux, plus souvent que pour la confection de crèpes ou galettes à base de farine.

Il nous semble que cette variété représente un type bien à part, qui peut être considéré comme une des variétés fondamentales de l'espèce *Fagopyrum Esculentum.*

2) *Fagopyrum emarginatum* (fig. 6-10). — Cette variété serait originaire du Nepal ; elle n'offre à notre avis qu'un intérêt botanique, cependant les essais faits par VINCENT (4) à Quimper, en 1943, seraient assez encourageants, en ce qui concerne la productivité.

L'échantillon en notre possession est très tardif et assez peu productif. Le grain de *Fagopyrum Emarginatum* est relativement petit, mais les arêtes ailées augmentent énormément le volume apparent. A l'état vert, ces arêtes ailées sont bordées du rouge (1). E. MIEGE (7) décrit un type très peu ailé, certainement différent de celui que nous avons reçu du Muséum de Paris. Le grain de *Fagopyrum Emarginatum* est a tel point différent des autres *Fagopyrum Esculentum*, qu'à notre avis, on peut considérer le *Fagopyrum Emarginatum*, au moins comme sous-espèce de *Fagopyrum Esculentum*.

Le Sarrasin japonais (fig. 6-11). — E. MIEGE (7) dans son travail sur les principales espèces de *Fagopyrum*, parle de deux variétés de Sarrasin japonais, Sarrasin japonais d'été et Sarrasin japonais d'automne (2).

Nous ne pouvons parler que d'une seule variété de Sarrasin japonais reçue des États-Unis.

L'ensemble du grain de celle-ci est assez volumineux, les arêtes très développées, faisant une saillie, en forme de proue de navire, au tiers inférieur de la longueur. Le profil général est rhomboïdal, très caractéristique. Cette variété est plus productive aux U. S. A.que la variété Silverhull. Elle est très tardive (semée en mai elle fleurit encore en octobre) et pour cette raison, ajoutée à celle de la forme de son grain, ne nous paraît pas présenter d'intérêt pour la culture en France.

3) *Fagopyrum Tataricum* (12). — Cultivé souvent comme plante fourragère (de moins en moins aussi) on le trouve couramment comme impureté dans le Sarrasin argenté cultivé ; souvent en proportion notable.

La forme du grain est très caractéristique et facile à reconnaître. Sa coloration varie du beige clair au noir, très sombre ; la surface est rugueuse avec des arêtes très accusées, rigides et dentelées. La dentelure présente deux proéminences, une au voisinage du sommet, l'autre près de la base du trigone.

Comme nous l'avons déjà dit, contrairement à l'opinion très répandue, cette espèce ne se croise pas avec les *Fagopyrum Esculentum*. La plante même, l'inflorescence et la fleur sont nettement différents du *Fagopyrum Esculentum*. Le *Fagopyrum Tataricum* est donc une bonne espèce.

Le Sarrasin de Tartarie (de Russie, de Sibérie, de Barbarie, de Turquie ou Semeri) est plus précoce et plus productif que le Sarrasin argenté. De plus il s'égrène très facilement, ce qui explique, probablement, son pouvoir d'envahissement aussi bien dans les sols que dans les semences de Sarrasin argenté.

4) *Fagopyrum Stenocarpa* (fig. 6-13). — Sarrasin seigle, sous-espèce de F.

(1) Ce caractère se retrouve sur certaines graines du Sarrasin Japonais.
(2) Depuis la rédaction de ce mémoire des échantillons de sarrasin d'automne nous sont parvenus du Japon ; ils seront mis en culture en 1952.

Tataricum, duquel elle se différencie seulement par la forme de son grain. Celui-ci a des arêtes effacées ; par contre, il comporte un sillon au milieu de chaque face du trigone. La surface du grain est rugueuse. La couleur est généralement beige, plus ou moins foncée, rarement noire. L'aspect général rappelle un peu la forme des pépins de raisin. Cette forme est plus facile à confondre, dans la masse du Sarrasin, avec certains types de Sarrasin argenté, que celle du Sarrasin de Tartarie.

***

L'avenir du Sarrasin en France, paraît, de toute évidence, fort limité. Il subsistera sans doute encore comme culture d'intérêt local dans quelques régions. Pendant combien de temps ? On peut se demander s'il y a vraiment intérêt à entreprendre ce travail très long et très difficile qu'est la sélection. Les maisons de sélection en France, ont répondu à cette question en se désintéressant de cette plante.

Nous pensons, néanmoins, que cette culture, n'est pas prête à disparaître et que son amélioration sera, certainement, utile à bien des praticiens.

Nous savons qu'en Russie, de nombreux travaux sont en cours pour la création de nouvelles variétés, soit par la polyploïdie (le Sarrasin de Sakharov) soit même par la technique mitchourinienne de greffage. Aux États-Unis on expérimente également les produits tels que la colchicine sur le Sarrasin ; nous avons reçu un échantillon de *Fagopyrum Stenocarpa* tétraploïde (1). Visiblement, les Américains accordent beaucoup d'attention à l'étude du Sarrasin Stenocarpa, nous ignorons pour quelle raison ; peut-être comme matière première pour l'extraction de la rutine (2), peut-être aussi du fait que le *Fagopyrum Stenocarpa* est plus rustique, plus productif, et de même que le *Fagopyrum Tataricum*, il se prête mieux à l'autofécondation.

Lorsqu'on examine le progrès énorme réalisé dans la culture des plantes cultivées, l'augmentation des rendements réalisés donne à penser qu'il y a possibilité d'obtenir également une grosse amélioration pour le Sarrasin. Pour les blés, par exemple, il y a seulement quelques décades on ne parlait que des rendements de l'ordre 20-25 quintaux à l'hectare ; or, actuellement, en bonne culture, les rendements dépassant 40 quintaux sont assez courants.

Pourquoi n'en serait-il pas de même pour le Sarrasin, qui en est encore, comme nous l'avons dit, au stade où l'a laissé Jules RIEFFEL.

BIBLIOGRAPHIE

(1) BASENOV. — Selectia et Semenovodstvo, 1946, 13, pp. 9, 10 et 28-29.
(2) J. BECKER DILLINGEN. — Handbuch des Getreidebaues einschliessliech Maïs, Hirse und Buchweizen (*B. d. I*, p. 595, 608. Éd. Parey, Berlin).

(1) Les Américains désignent Fagopyrum *Stenocarpa* sous le nom de *Fagopyrum Tataricum* (?) (fig. 6-14).

(2) Utilisée pour combattre la fragilité capillaire (1,2 % dans la plante sèche (10).

(3) P. Boischot, Huriez et I. Herviaux. — La culture du Sarrasin (*Ann. agr. XIII*, pp. 130-136, 1943).
(4) G. Heggi. — Illustrirte Flora von Mittel, Europa.
(5) Guyot. — Origine des plantes cultivées (coll. *Que sais-je ?*).
(6) A. Krotov. — La Fécondation croisée des Variétés de Sarrasin (en russe) (*Proc. Lenin. Acad. Agric. Sc. U.R.S.S.*, IX, 5-6 pp., 15-5), 1944.
(7) E. Miege. — Recherches sur les principales espèces de Fagopyrum (Thèse Fac. Sc. Paris, 426 p., 1910).
(8) I. S. Modilevsky. — Pollinisation chez le Sarrasin (en Russe) (*Dokl. Ac. Sc. U.R.S.S.*, l. III, p. 161-164), 1946.
(9) A. de la Morvonnais. — *Journal de l'Agriculture*, t. III, p. 63 et 216 (1882).
(10) M. R. Paris. — Le Rutoside (rutine) sa préparation à partir de diverses espèces et variétés de Sarrasin, cultivées en France (*Ann. pharm. Franç.*, VII, p. 21-26), 1949.
(11) J. Rieffel. — *Journal de l'Agriculture*, t. II, p. 409, 1881.
(12) Stolietova. — Sarrasin. *Inst. panun. des plantes*, Selkhozgyz (en russe), 1940.
(13) Stolietova. — Classification éco-géographique des Sarrasins (*Dkl. Inst. Sc. Agric.*, Lénine, n° 3, p. 7-10), 1940 (en russe).
(14) Vincent. — Étude sur le Sarrasin émarginé du Nepaul (*C. R. Ac. Agric.*, XXIX, 8, p. 227), 1943.

NOUVELLES RECHERCHES SUR L'ACTION DE QUELQUES HÉTÉRO AUXINES DESHERBANTES SUR LES CÉRÉALES

PAR

R. LONGCHAMP
(Station de Physiologie végétale, C. N. R. A., Versailles)

M. ROY,
(Association générale des Producteurs de Blé)

R.-J. GAUTHERET
(Faculté des Sciences, Paris)

PLAN DU MÉMOIRE

I. — Introduction.

II. — But des essais.

III. — Matériel et techniques.

1° Variétés de Céréales ;
2° Terrains d'essais ;
3° Produits : *a*) produits liquides ;
b) produits solides.
4° Conditions climatiques ;
5° Stades de développement des Céréales ;
6° Disposition des essais ;
7° Réalisation pratique des traitements ;
8° Visites des essais.

IV. — Résultats.

1° Évaluation des dépressions ;
2° Toxicité comparée des divers produits désherbants
A. Traitements de postémergence :
a) produits liquides ;
b) produits solides.
B. Traitements de préémergence.
3° Évolution des Céréales traitées par les hétéro-auxines désherbantes ;
4° Variations de la sensibilité des Céréales au cours des différentes phases de leur évolution ;
5° Sensibilité comparée des diverses variétés de Céréales.

V. — Considérations générales et conclusions.

VI. — Résumé.

VII. — Références bibliographiques.

I. — INTRODUCTION

La destruction des mauvaises herbes dans les champs de Céréales est un problème fondamental qui retient depuis longtemps l'attention des agriculteurs. Pour le résoudre on a proposé l'emploi de diverses substances capables d'intoxiquer électivement les adventices sans endommager les Céréales. Les plus répandus de ces herbicides sélectifs sont deux hétéro-auxines : l'acide 2-4 dichlorophénoxyacétique (2-4 D) et l'acide 2 méthyl-4 chlorophénoxyacétique (M. C. P. A.). L'étude complète de ces désherbants aurait dû comporter en principe trois étapes : l'analyse de leur action sur les principales espèces adventices puis, l'étude approfondie des réactions des Céréales et finalement la mise au point de leur utilisation pratique.

La première étape fut franchie avec succès grâce aux travaux de chercheurs éminents qui firent connaître le comportement de la plupart des mauvaises herbes à l'égard des hétéro-auxines désherbantes ; (1, 2, 4, 9, 10, 11). Après la réalisation de ces études les techniciens crurent qu'il suffirait de s'appuyer sur cette base solide pour vulgariser l'emploi des herbicides et ils négligèrent d'étudier à fond les réactions des Céréales. Leur hâte à exploiter des recherches inachevées ne tarda pas à produire des fruits amers. On constata en effet que la sélectivité des hétéro-auxines désherbantes n'était pas vraiment absolue. Souvent, les Céréales manifestaient des troubles de leur morphogénèse, par exemple une réduction de leur tallage, des déformations de leurs feuilles ou de leurs épis, des phénomènes de stérilité, etc. Des études quantitatives révélèrent que ces troubles entraînaient des chutes de rendement parfois sérieuses pouvant même atteindre 75 % dans les conditions de la pratique courante (5).

Ces déceptions incitèrent les techniciens à réduire les doses d'herbicides et l'on préconisa de ne pas dépasser 1 kg à l'hectare. De nouvelles recherches ayant ensuite montré que certaines Céréales de printemps sont particulièrement sensibles aux hétéro-auxines on conseilla pour ces dernières de se contenter de doses de 300 à 500 g de produit actif à l'hectare. Mais ces prescriptions eurent pour conséquence de réduire singulièrement l'efficacité des traitements désherbants. En effet une dose de 2-4 D ou de M. C. P. A. de l'ordre de 300 g à l'hectare détruisait plus ou moins complètement les Moutardes et les Ravenelles mais n'agissait pratiquement pas sur la plupart des autres adventices. Pour se débarrasser des Chardons, des Coquelicots, des Lathyrus, etc., on était obligé d'employer des doses largement supérieures et l'on se heurtait alors à une redoutable inconnue : la sensibilité des Céréales.

Un retour sur le passé s'imposait donc et, de nouveau on envisagea de s'astreindre aux lents mais sûrs cheminements de la méthode expérimentale. Il convenait tout d'abord de renoncer à l'idée simpliste selon laquelle les deux types biologiques de Céréales (Céréales d'hiver et de printemps) correspon-

daient en bloc à deux classes bien distinctes de sensibilité aux hétéro-auxines désherbantes. Nous avions en effet constaté, au cours de recherches préliminaires, que dans le groupe des Céréales de printemps, l'*Avoine de Versailles* résistait bien au 2-4 D tandis que le Blé *Fylgia* et surtout l'Orge *Aurore* manifestaient une grande sensibilité. D'autre part dans le groupe des Céréales d'hiver le *Blé du Mesnil* peut être endommagé par les traitements désherbants (1) tandis que le Blé *Vilmorin 27* semble plus résistant. Enfin une vaste enquête entreprise en 1949 par l'A. G. P. B. a révélé que 6 % des cultivateurs ayant utilisé des solutions de sel de sodium du 2-4 D avaient endommagé leurs Céréales. La proportion des mécontents atteignait même 20 % lorsqu'il s'agissait de traitements réalisés au moyen de préparations à base d'ester éthylique du 2-4 D.

Ces divers résultats permettaient de penser que la résistance des Céréales à l'égard des hétéro-auxines désherbantes devait différer selon les variétés. Il convenait donc d'étudier le comportement de nombreuses variétés afin de déterminer celles pouvant être traitées sans inconvénient et celles pour lesquelles il était indispensable d'agir avec précaution. On pouvait penser en définitive que cette étude rationnelle des réactions des céréales permettrait de substituer aux préceptes rigides formulés à l'intention des agriculteurs des méthodes plus nuancées et d'une meilleure efficacité (2).

(1) Renseignement communiqué par M. JONARD.

(2) Une étude de ce genre exigeait des recherches très étendues et par conséquent des moyens considérables. Nous avons pu l'entreprendre grâce au concours de l'I.N.R.A. et de l'A.G.P.B.

L'I.N.R.A. a mis à notre disposition de nombreux champs d'essais dépendant de diverses stations de recherches et d'écoles d'Agricultures. L'A.G.P.B. nous aida à obtenir du Fonds national du Progrès agricole une aide financière très large et nous assura le concours de collaborateurs techniques.

C'est grâce à l'initiative de MM. BRACONNIER, directeur de l'I.N.R.A., BUSTARRET, Inspecteur général de la recherche agronomique et MENNESSON, Directeur de l'A.G.P.B. que ces recherches ont pu être entreprises. Nous tenons à leur dire combien leur confiance nous a encouragés dans la poursuite de nos efforts.

Nous prions MM. MAYER, Directeur de la Station Centrale d'Amélioration des plantes de Versailles et JONARD, Directeur de recherches à la Station centrale d'Amélioration des plantes de Versailles de trouver ici l'assurance de notre gratitude pour les conseils éclairés qu'ils nous ont si souvent prodigués.

M. CHEVALIER, Maître de recherches à la Station d'Amélioration des plantes de Montpellier, qui a fait une analyse détaillée de certains essais, nous permettra de lui dire combien nous avons apprécié sa collaboration.

Parmi les autres personnalités ayant pris une part active à la mise en place des expériences nous citerons MM. ALABOUVETTE, Professeur à l'École nationale d'Agriculture de Montpellier ; DELARUE, Directeur de l'Ecole d'Agriculture d'Yvetot (Seine-Inférieure) ; R. DIEHL, Professeur à l'École nationale d'Agriculture de Rennes ; J. DUMAIL, Agent technique à l'Ecole d'Agriculture d'Ondes (Haute-Garonne) ; FERRAND, Directeur de l'Ecole régionale d'Agriculture d'Ondes (Haute-Garonne) ; J.-B. GAGNE, Professeur à l'Institut agricole de Beauvais (Oise) : R. HUGER, Directeur de l'Ecole d'Agriculture de Pétré (Vendée) ; LEFÈVRE, Directeur de l'Ecole d'Agriculture de Bréhoulou (Finistère) ; MADEC, Directeur du Laboratoire de la pomme de terre à Landerneau, MORON, Directeur de l'Ecole d'Agriculture de Rethel (Ardennes) ; J. PAQUET, Assistant au Centre de Recherches Agronomiques du Massif Central à Clermont-Ferrand ; J. PIAT, Directeur de la ferme expérimentale de Loudes à Castelnaudary (Aude) ; C. SCHAD, Directeur du Centre de Recherches Agronomiques du Massif Central à Clermont-Ferrand.

La meilleure part de notre gratitude va à nos dévoués collaborateurs : MM. M. BENOIST, P. BOISSON, E. BRICOUT, J. FOURGEOT, J. DE LANGAUTIER, G. LANNUSSE, R. PAQUET, L. DE QUATREBARBES, F. DE RUNZ, M. SIMON, TRUNKENBOLTZ qui ont consacré tant d'efforts à la réalisation des traitements.

Nous sommes également reconnaissants à M. DESAYMARD, Directeur du Service agricole des Établissements Rhône-Poulenc qui nous a suggéré le mode de notation utilisé dans l'exposé de nos résultats. Nous tenons aussi à remercier Mlles PARIS, VINDARD et M. GROLIER qui nous ont aidés pendant certaines périodes.

Enfin nous n'oublions pas que les Sociétés Rhône-Poulenc, S.O.P.R.A., Standard française des pétroles et S.E.P. nous ont aimablement apporté leur concours pour la préparation des produits nécessaires à nos essais.

II. — BUT DES ESSAIS

Conformément aux règles générales de l'expérimentation agronomique l'étude des réactions des Céréales à l'égard des hétéro-auxines désherbantes devrait comprendre successivement deux séries de recherches : La première consistant en essais de comportement aurait pour but de comparer qualitativement la sensibilité des diverses variétés de Céréales à l'égard des désherbants. La seconde composée d'essais comparatifs de rendement, permettrait d'apprécier les chutes de rendement que provoquent les herbicides lorsqu'on les applique sur des Céréales présentant divers degrés de sensibilité.

Les expériences qui seront envisagées dans le présent mémoire appartiennent à la première catégorie. Leur but principal fut d'établir une classification des Céréales en fonction de leur sensibilité relative aux hétéro-auxines. Elles nous ont en outre permis de comparer l'activité de plusieurs dérivés des hétéro-auxines désherbantes et de préciser les variations de cette activité en fonction de diverses conditions.

Nous examinerons successivement les méthodes de travail utilisées dans ces essais puis leurs résultats et les conclusions générales qu'ils suggèrent.

III. — MATÉRIEL ET TECHNIQUES

1° Céréales.

Nos essais ont porté sur 106 variétés de Céréales réparties de la manière suivante :

a) *Blés d'hiver : Alma, Alsace 22, Auchy-Cambier, Bastard de Rimpau, Beauceron, Bellevue, Blé de l'Yveline, Blé des Dômes, Blé du Mesnil, Bon Fermier, Bon Moulin, Bretagne-Desprez, Cappelle, Champagne, Chanteclair, Clermont 3/6, Courtal, Docteur Mazet, Etoile de Choisy, Evolution, Fléche d'Or, Forence-Aurore, Franc-Nord, Goldendrop 184, Hybride de Lobau, Hâtif de Wattines, Hauters II, Hébrard, Hybride de la Tour, Hybride de Bersée, Hybride de la Cloquetterie, Hybride 40, Ile de France, Inalettabile 8, Inversable x Bordeaux, Later, Liberator, Magdalena, Marival, Miana, Ministre, Nord-Desprez, Normandie, Noël, Pax-Cambier, Petit Quinquin, Pévèle Picardie-Desprez, Polonium, Préparateur Etienne, Président Riverain, Reims, Renfort, Suzanne Favereau, Sillon d'Or, Superhatif, Tadepi, Vague d'épis, Vilmorin 23, Vilmorin 27, Vilmorin 29, Yga-Blondeau.*

b) *Blés de Printemps : Blé d'Avril, Fylgia, Progress.*

c) *Blés alternatifs semés au printemps : Hybride de Bersée, Magdalena, Picardie-Desprez.*

d) *Avoines d'hiver : Gaillarde, Grise du Poitou, Avoine d'hiver du Prieuré.*

e) *Orges d'hiver : Alterna, Escourgeon Hâtif de Grignon, Escourgeon Hâtif du Moulin.*

f) *Avoines de printemps : Aigle, Altesse jaune, Espoir, Etoile, Grignonnaise, Jaune d'Artois, Jehan de Brie, Luciole, Mansholt-Binder, Mansholt III, Montferrandaise, Multigrap, Noire de Moyencourt, Pluie d'or II, Reine-Vilmorin, Rigel, Soleil II, Trophée-Vilmorin, Avoine de Versailles, Victoire, Von Lochow.*

g) *Orges de printemps : Albert Bussert, Aurore, Alsace, Chevalier, Fréja, Gloire du Velay, Isaria, Kénia, René Guillemart, Sarah, Ymer.*

Pour chaque variété nous avons réalisé de 1 à 10 essais comportant chacun 24 à 45 traitements distincts.

2° Terrains d'essais.

Nous avons travaillé dans 20 stations :

Huit d'entre elles, situées à Ablis, Beauvais, Gif, Rethel, Versailles, Villaines-sous-Bois, Yvetot, Ploudaniel dépendaient de la station Centrale d'Amélioration des plantes de Versailles.

Trois, situées à Fouesnant (Brehoulou), Bruz, Pétré, étaient rattachées à la Station d'Amélioration de Rennes.

Trois, situées à Clermont-Ferrand (Mondésir), Solignat, Séneujols, dépendaient du Centre de Recherches agronomiques du Massif Central.

Quatre terrains situés à Castelnaudary, Montpellier, Ondes, Montjard, étaient contrôlés par le laboratoire annexé à la chaire d'Agriculture de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier.

Enfin deux essais situés à Camphin et Morville-sur-Seille ne dépendaient d'aucune station officielle.

3° Produits.

Nos recherches furent réalisées à l'aide de dérivés du 2-4 D et du M. C. P. A. Prévoyant que certaines Céréales seraient peu sensibles à ces produits, nous avons utilisé des doses assez fortes correspondant à 10 kg à l'hectare de produit pur. Nous avons également employé des doses inférieures de l'ordre de 2,4 ou 5 kg à l'hectare de produit pur.

Les produits désherbants furent appliqués soit à l'état liquide, soit à l'état solide.

a) *Produits employés à l'état liquide.*

Nous avons réalisé des pulvérisations à l'aide de solutions de sel de sodium du 2-4 D ou du M. C. P. A. et au moyen d'émulsions aqueuses obtenues à partir de solutions huileuses d'ester éthylique du 2-4 D. La quantité de liquide dispersée fut constamment égale à 1.000 litres par hectare. Les produits actifs contenus dans ces solutions ou émulsions correspondaient à 2,5 ou 10 kg de produit pur par hectare.

Les solutions de sel de sodium du 2-4 D furent conditionnées par les Établissements Rhône-Poulenc sous forme de petits flacons dont chacun renfermait

exactement la dose nécessaire au traitement d'une parcelle. Le M. C. P. A. fut conditionné de façon analogue par la société S. O. P. R. A.

Nous avons de même demandé à la Standard française des pétroles de préparer des flacons contenant des doses convenables d'une solution huileuse d'ester éthylique du 2-4 D. Les services techniques de cette société ayant constaté que cette solution s'émulsionnait mal, ils préparèrent à notre intention une émulsion concentrée que nous devions diluer au moment de l'emploi. Or sous cette forme l'ester a subi en très peu de temps une perte importante de son activité par suite semble-t-il d'une hydrolyse. Nous avons donc renoncé à utiliser ce produit et nous avons finalement employé des spécialités commerciales, la Weedone 40 et la Weedone 402 qui furent conditionnées extemporanément au moment des traitements.

b) *Produits employés à l'état solide.*

Les expériences réalisées antérieurement par deux d'entre nous avaient établi qu'un mélange de 2-4 D et d'engrais composé peut détruire les mauvaises herbes sans endommager les Céréales sensibles (Blé *Fylgia*, Orge *Aurore*) comme c'est le cas lorsqu'on réalise des pulvérisations d'hétéro-auxines désherbantes.

Ces résultats pouvaient s'interpréter soit en imaginant que le 2-4 D est peu toxique si on l'applique à l'appareil radiculaire, soit en supposant que sa toxicité est compensée par l'engrais. Pour résoudre ce problème nous avons étudié l'action du sel de sodium du 2-4 D sous forme solide associé ou non à du nitrate de sodium. Les doses de produit pur employées dans ces essais furent de l'ordre de 4 et 10 kg à l'hectare ; la quantité de nitrate correspondait à 100 kg à l'hectare.

TABLEAU I

Récapitulation des traitements réalisés

Produits et doses		Abréviations conventionnelles
Pulvérisation de sel de sodium du 2-4 D	2 kg/Ha de produit actif	Na 2
» » » »	5 kg/Ha » »	Na 5
» » » »	10 kg/Ha » »	Na 10
» d'ester éthylique du 2-4 D :	2 kg/Ha » »	Est 2
» » » »	5 kg/Ha » »	Est 5
» » » »	10 kg/Ha » »	Est 10
» de sel de sodium du M.C.P.A. :	2 kg/Ha » »	Agl 2
» » » »	5 kg/Ha » »	Agl 5
» » » »	10 kg/Ha » »	Agl 10
Épandage d'un mélange siliceux additionné de sel de sodium du 2-4 D : 4 hg/Ha de produit actif.....		Si 4
Épandage d'un mélange siliceux additionné de sel de sodium du 2-4 D : 10 kg/Ha de produit actif.....		Si 10
Épandage d'un mélange siliceux additionné de nitrate de sodium et de sel de sodium du 2-4 D : 100 kg/Ha de nitrate et 4 kg/Ha de 2-4 D.....		Nit 4
Épandage d'un mélange siliceux additionné de nitrate de sodium et de sel de sodium du 2-4 D : 100 kg/Ha de nitrate et 10 kg/Ha 2-4 D.....		Nit 10

Pour faciliter les épandages ces produits furent dilués dans une charge inerte constituée par un mélange en parties égales de grès et de silex broyés. Ce mé-

lange siliceux fut ajouté aux substances actives dans une proportion telle que le poids du produit final destiné à être épandu soit de l'ordre de 400 kg par hectare. Afin d'éviter tout poudrage et tout entraînement par le vent, nous avons aggloméré ces diverses substances en leur incorporant de petites quantités de glycol éthylénique. Nous obtenions ainsi de petits grains qui ne pouvaient adhérer aux feuilles des Céréales mais tombaient directement sur le sol. La préparation de ces produits étant assez délicate, elle fut effectuée par l'un de nous, dans les usines de la société S. E. P.

Les divers types de traitements ainsi réalisés sont mentionnés dans le tableau récapitulatif ci-contre. Ce tableau contient en outre les abréviations conventionnelles qui seront utilisées dans l'exposé de nos résultats.

4° Conditions climatiques.

Nous avions prévu que pour la plupart des essais, trois séries de pulvérisations seraient réalisées : l'une par temps couvert à une température de 10-13° ; une autre par temps ensoleillé à une température de 17-20° ; et enfin une troisième par temps ensoleillé à un température voisine de 25°.

Dans le cas des produits solides nous avons réalisé un seul traitement à la même date que le premier traitement liquide c'est-à-dire en général à une température assez basse.

5° Stades de développement des céréales.

Les Céréales furent traitées à de nombreux stades de développement allant de la fin du tallage au début de l'épiaison. Pour les variétés de printemps nous avons en outre réalisé des traitements aussitôt après le semis (traitements de préémergence).

6° Disposition des essais.

Les dispositifs d'essais utilisés ont varié suivant les localités. Nous avons utilisé le plus souvent des parcelles de 4 m². Quelques essais comportaient des parcelles de 12 m². Le semis a été exécuté à la main dans les stations de Recherches de Versailles, de Clermont-Ferrand et de Montpellier, ainsi que dans le terrain de Gif. Dans les autres localités le semis a été effectué au semoir.

7° Réalisation pratique des traitements..

Les traitements furent réalisés par des équipes de deux à quatre aides-techniques travaillant le plus souvent sous la direction de l'un de nous ou avec le concours d'un assistant d'une station de recherches agronomiques.

Les pulvérisations furent effectuées au moyen de pulvérisateurs Florex de 2 l à pression préalable. Des précautions nombreuses furent prises pour éviter toute erreur de dosage et toute omission ou répétition dans les traitements. A cet effet, la quantité de produit exactement nécessaire pour chaque parcelle élémentaire avait été préparée dans des flacons ou sachets. Des couleurs con-

ventionnelles pour chaque produit étaient marquées sur les pulvérisateurs, les flacons ou sachets et les étiquettes en bois destinées à repérer les parcelles. Des écrans en nylon furent utilisés pour éviter tout entraînement de produit sur les parcelles voisines quand l'air n'était pas parfaitement calme.

Pour éviter les erreurs qui auraient pu résulter de l'omission d'un traitement ou au contraire de la superposition de 2 traitements sur la même parcelle, nous avons adopté les conventions suivantes : les étiquettes destinées à marquer chaque parcelle étaient d'abord toutes plantées à la place qu'elles devaient occuper dans chaque parcelle, et d'une manière telle que l'inscription soit tournée vers l'intérieur de la parcelle. Au moment du traitement, les étiquettes des parcelles à traiter étaient arrachées, et posées à plat sur le sol, la face portant l'inscription étant visible. L'opérateur qui arrivait ensuite pour traiter une parcelle commençait par replanter l'étiquette, l'inscription étant cette fois tournée vers l'extérieur de la parcelle. Ce système nous donna entière satisfaction.

Pour terminer, les étiquettes des parcelles venant de recevoir des pulvérisations étaient munies d'un signe conventionnel marqué au pochoir. Un cercle gris indiquait qu'il s'agissait de la première condition climatique (temps couvert, température comprise entre 10 et 13°) ; un cercle blanc indiquait qu'il s'agissait de la deuxième condition climatique (temps ensoleillé, température comprise entre 17 et 20°) ; un soleil jaune indiquait qu'il s'agissait de la troisième condition climatique (temps ensoleillé, température supérieure à 25°). Au cours du travail l'un des opérateurs indiquait sur des feuilles représentant les plans des blocs, l'heure, la date et la température correspondant aux traitements. Il indiquait également le signe conventionnel correspondant à la condition climatique. La température était relevée au moyen d'un thermomètre enregistreur installé sous un abri portatif.

Des échantillons de Céréales et des principales mauvaises herbes étaient récoltés et conservés en herbier.

Un entraînement préalable des opérateurs a permis d'assurer les pulvérisations et les épandages avec toute la régularité désirable.

8° Visites des essais.

Nous avons observé les résultats grâce à des visites fréquentes (2 à 5 selon les essais). Au cours de ces visites les réactions des Céréales furent examinées avec soin ; une note sur 20 fut affectée à chaque parcelle afin d'évaluer la dépression subie par les Céréales sous l'action des produits désherbants. On s'efforçait de distinguer les diverses anomalies présentées par les Céréales traitées : déformation des épis, stérilité, modifications du port, intensité des attaques de rouille, réduction du tallage, etc. Les différentes observations furent inscrites sur des feuilles portant le plan des parcelles. Ces données furent complétées par des photographies et l'on récolta enfin des échantillons. Les résultats de chaque visite furent résumés en quelques phrases comparant notamment l'activité

des divers produits et permettant de classer les Céréales en fonction de leur sensibilité aux hétéro-auxines. Les divers documents ainsi rassemblés ont permis d'interpréter les résultats.

IV. — RÉSULTATS

Nos expériences ont abouti à des résultats très divers. Certains, concernant les déviations de la morphogénèse des Céréales sous l'action des hétéro-auxines désherbantes feront l'objet d'une publication spéciale (8). Dans le présent mémoire nous envisagerons uniquement l'action déprimante qu'exercent ces substances.

1° Évaluation des dépressions.

Pour évaluer avec précision l'action déprimante des hétéro-auxines désherbantes, la seule méthode rigoureuse aurait consisté à réaliser des essais comparatifs de rendement. Étant donné la multiplicité des facteurs que nous souhaitions considérer, une étude de ce genre aurait exigé un nombre prohibitif d'essais distincts, ce qui était pratiquement impossible. Nous nous sommes donc bornés à entreprendre des essais de comportement ayant pour but de définir les facteurs essentiels de l'activité des hétéro-auxines désherbantes et devant servir de préambule à des essais de rendement qui seront entrepris ultérieurement. Toutefois dans le but de préciser nos observations qualitatives nous avons constamment tenté d'évaluer les dépressions provoquées par les traitements. Ces évaluations furent basées sur de nombreux critères, tels que la réduction du tallage, le retard de la végétation, la diminution du nombre et de la longueur des épis, les déformations diverses, les phénomènes de stérilité. Elles furent exprimées par des notes allant de 0 à 20. Une dépression très légère était représentée par 1 ou 2. Une réaction plus intense fut chiffrée 9 à 11, etc.

Ce mode de notation n'avait évidemment qu'une valeur relative mais il nous a permis de comparer d'une manière satisfaisante les réactions provoquées par les divers traitements.

Nous avons d'ailleurs pu préciser la validité de certaines de ces notations en les confrontant avec les indications quantitatives recueillies par M. Chevalier dans l'essai de Montpellier. Ce chercheur avait déterminé le rendement en grains de nombreuses parcelles. Dans certains cas les valeurs des récoltes obtenues à partir des parcelles traitées différaient peu de celles fournies par les témoins et comme l'essai ne comportait pas de répétitions, il ne fut pas possible d'en tenir compte. Mais d'autres fois les traitements avaient provoqué des baisses de rendement très importantes comprises entre 25 à 80 % et dont il était permis de faire état, même en l'absence de répétitions.

La confrontation de ces chutes de rendement enregistrées par M. Chevalier et des notes que nous avons attribuées aux parcelles correspondantes vers

le moment de la fructification nous a fourni des indications intéressantes. Elle a montré que dans le cas de traitements précoces réalisés avant le déclanchement de la montaison, les notes atribuées aux parcelles étaient en général plus sévères que les pertes réelles de rendement. Ce décalage peut s'expliquer par le fait que les modifications de morphogénèse (8) provoquées par les traitements précoces (déformation des épis, inégalité du développement des talles, etc.) influencèrent l'appréciation des observateurs dans un sens trop pessimiste.

Au contraire, les notations concernant les traitements tardifs réalisés au moment du gonflement [1] ont souvent concordé avec les pertes de rendement calculées par M. CHEVALIER. Dans ce cas nos appréciations n'avaient donc pas été entachées d'un pessimisme excessif ; ceci peut s'expliquer par le fait que les traitements réalisés au moment du gonflement avaient provoqué des phénomènes de stérilité et par conséquent d'importantes baisses de rendement.

Après avoir fourni ces précisions sur la validité de nos notations, nous exposerons nos résultats essentiels. Nous comparerons tout d'abord la toxicité des divers produits utilisés en examinant comment cette toxicité varie en fonction de certains facteurs biologiques et physiques. Puis nous envisagerons de classer les Céréales en fonction de leur sensibilité aux hétéro-auxines désherbantes.

2° Toxicité comparée des divers produits désherbants.

On considérera successivement les traitements réalisés sur des céréales en plein développement (traitements de post-émergence) puis ceux pratiqués avant la levée (traitements de préémergence).

A) Traitements réalisés sur des Céréales en plein développement (traitements de post-émergence).

a) PRODUITS LIQUIDES.

Nous comparerons successivement l'activité des deux formes de 2-4 D employées dans nos essais (sel de sodium et ester éthylique) puis celle des sels de sodium du 2-4 D et du M. C. P. A.

Comparaison de la toxicité du sel de sodium et de l'ester éthylique du 2-4 D.

Dans la plupart des cas l'ester éthylique fut plus toxique que le sel de sodium ; c'est ainsi que dans l'essai de Montpellier nous avons constaté que pour chaque variété la dépression provoquée par une dose donnée d'ester éthylique atteignait en général la valeur de celle produite par une dose double de sel de sodium (Tableau II).

D'autre part la sensibilité générale différait selon les variétés. C'est ainsi que les Blés *Polonium, Petit Quinquin* et *Magdalena* ont bien moins réagi que le *Blé du Mesnil* ou les variétés *Alsace 22* et *Courtal*. Mais dans tous les cas on observa un décalage entre la toxicité du sel de sodium du 2-4 D et celle de

[1] Le gonflement correspond au moment où l'épi est suffisamment développé pour provoquer une dilatation visible de la gaîne dans laquelle il est contenu.

TABLEAU II

Action comparée de l'ester éthylique et du sel de sodium du 2-4 D sur le développement de quelques variétés de Blés d'hiver (essai de Montpellier)

On a réuni sur ce tableau les notes attribuées à quelques parcelles. Les notations ont été faites sur 20. Les dépressions sont d'autant plus importantes que les notes sont plus élevées.

Variétés	Traitements					
	Na 2	Na 5	Na 10	Est 2	Est 5	Est 10
Alsace 22	4	8	10	8	14	14
Champagne	0	2	6	4	6	8
Magdalena	0	0	2	0	2	4
Courtal	2	4	6	4	6	10
Vilmorin 27	0	2	4	2	4	6
Polonium	0	0	2	0	2	4
Petit Quinquin	0	0	3	0	3	5
Blé du Mesnil	2	4	6	4	6	12
Marival	0	4	6	5	6	9

l'ester. Des faits analogues furent relevés dans plusieurs localités. Mais parfois l'ester n'a pas été plus actif que le sel de sodium du 2-4 D. C'est ainsi qu'à Gif (Seine-et-Oise) certaines avoines se sont comportées de la même manière à l'égard des deux produits. Il en fut de même du Blé *Docteur Mazet* dans la station de Montjard (Haute-Garonne). Pour les doses de l'ordre de 2 et 5 kg à l'hectare, on n'observa aucune réaction de la Céréale ; lorsque la dose d'herbicide atteignait 10 kg à l'hectare, le Blé manifesta une dépression à laquelle nous avons attribué la note 6 aussi bien dans le cas de l'ester que dans celui du sel de sodium.

Dans une localité voisine, à Castelnaudary (Aude), le sel de sodium a provoqué sur le Blé *Docteur Mazet* les mêmes réactions qu'à Montjard mais l'ester a manifesté une activité bien supérieure. Nous avons en effet attribué la note 12 aux parcelles ayant reçu 5 kg à l'hectare de 2-4 D sous forme d'ester tandis que pour une dose égale de sel de sodium nous n'avons observé aucune réaction.

Les cas dans lesquels l'ester manifesta une toxicité excessive furent d'ailleurs fréquents. C'est ainsi que dans l'essai réalisé sur Blé *Petit Quinquin* à Versailles, nous avons attribué les notes 3, 5 et 12 aux parcelles ayant reçu respectivement 2, 5 et 10 kg à l'hectare de 2-4 D sous forme d'ester tandis que le sel de sodium n'a provoqué aucune dépression même à la plus forte dose.

Un phénomène analogue s'est manifesté dans d'autres localités par exemple à Rethel, à Villaines-sous-Bois, etc. Dans cette dernière station les Blés *Hybride 40*, et *Marival* ont réagi d'une manière particulièrement brutale à l'égard de

l'ester éthylique du 2-4 D. Nous avons en effet attribué les notes 6, 10 et 14 aux parcelles ayant respectivement reçu des doses d'ester correspondant à 2, 5 et 10 kg de 2-4 D à l'hectare. La toxicité de l'ester fut donc vraiment excessive. Toutefois dans l'essai de Villaines-sous-Bois cette substance avait provoqué une aggravation des attaques de Rouille noire si bien que nous ne pouvons affirmer que la dépression observée ait été due exclusivement à son action directe.

Nous avons tenté de saisir les causes de cette variabilité de toxicité de l'ester éthylique en confrontant les résultats de nombreux traitements. Ceci nous a tout d'abord permis de constater qu'il existe un rapport entre la toxicité de l'ester et la température. Nous illustrerons cette relation en citant certains essais ayant porté sur le Blé *Docteur Mazet*. Dans l'un d'eux situé à Montjard, le traitement fut fait par temps froid (10 à 12°) et comme nous l'avons déjà indiqué (voir page 127) l'ester manifesta une faible activité. Peu de temps après la température s'étant relevée aux environs de 25° d'autres traitements furent réalisés sur la même variété dans deux autres terrains situés dans la région de Castelnaudary. Dans ce cas l'ester fut extrêmement toxique. Une dose de 5 kg à l'hectare provoqua une dépression à laquelle on attribua la note 12 tandis qu'à Roquefoulet la même dose n'avait déterminé aucune réaction. D'autres exemples nous ont indiqué de même manière que le rapport de la toxicité de l'ester à celle du sel de sodium du 2-4 D s'élève avec la température.

Mais ce facteur n'est pas le seul qu'on doive considérer. En effet la toxicité relative de l'ester dépend aussi du stade auquel les Céréales sont parvenues lors des traitements. En comparant les dépressions provoquées par des traitement effectués à la fin du tallage et au moment du gonflement nous avons constaté que le rapport de la toxicité de l'ester à celle du sel de sodium était généralement plus accentué dans le second cas, même s'il n'y avait pas eu de décalage important des températures correspondant aux deux traitements. C'est ainsi que dans certains essais réalisés à Ploudaniel et à Ondes le rapport des notes concernant les traitements par l'ester et par le sel de sodium variait entre 1 et 3 lorsque les applications avaient été faites au début de la montée tandis qu'il pouvait atteindre 15 s'il s'agissait de plantes traitées au moment du gonflement.

Signalons enfin que l'étude des variations de l'activité de l'ester éthylique du 2-4 D a quelquefois fourni des résultats inattendus dont nous allons citer un exemple. Dans l'essai sur Blés d'hiver réalisé à Beauvais deux traitements furent pratiqués : le premier eut lieu le 18 avril au début de la montaison des céréales par une température de 10-12° ; une pluie abondante (20,1 mm) survint une heure après la fin des opérations. Le second traitement fut réalisé le 13 mai par beau temps à une température de 23°. Les Céréales n'avaient pas encore atteint le stade du gonflement.

Étant donné que l'ester résiste à l'entraînement par la pluie en raison de sa nature huileuse on pouvait penser que le rapport de sa toxicité à celle du sel

de sodium serait plus élevé pour le premier traitement que pour le second. Cette prévision n'a pas été vérifiée. Le rapport de la toxicité de l'ester à celle du sel de sodium fut en effet plus élevé dans le cas du traitement tardif que dans celui du traitement précoce (tableau III).

TABLEAU III

Action de la pluie sur l'activité des dérivés du 2-4 D (essais sur Blés d'hiver réalisés à Beauvais)

Les chiffres contenus dans ce tableau indiquent les dépressions provoquées par les traitements. Les chiffres les plus élevés correspondent aux dépressions les plus fortes. Les notations ont été faites sur 20. Le signe — indique qu'aucune réaction n'a pu être décelée.

Variétés	Traitement réalisé le 18 avril à 10-12° Les Céréales étaient parvenues à la fin du tallage Une pluie abondante survint après la fin du traitement							Traitement réalisé le 13 mai par beau temps (t° : 23) Les Céréales n'étaient pas encore parvenues au stade du gonflement						
	Na 2	Na 5	Na 10	Est 2	Est 5	Est 10	Rapport Est 10 / Na 10	Na 2	Na 5	Na 10	Est 2	Est 5	Est 10	Rapport Est 10 / Na 10
Picardie-Desprez	1	3	10	4	6	14	1,4	2	3	4	4	10	10	2,5
Renfort	—	4	6	—	10	10	1,7	—	2	4	4	8	9	2,2
Pax-Cambier	—	2	7	3	6	8	1,1	—	1	2	2	4	8	4,0
Auchy-Cambier	—	3	8	2	10	10	1,2	—	2	3	4	6	10	3,3
Vilmorin 29	—	—	2	—	—	4	2,0	—	—	?	2	2	6	—
Blé de l'Yveline	—	3	3	—	5	5	1,7	—	—	4	—	6	10	2,5
Vilmorin 27	2	4	4	2	10	12	3,0	—	—	4	3	2	12	3,0

Nous sommes donc parvenus à un résultat paradoxal puisque l'activité de l'ester semblait plus réduite par la pluie que celle du sel de sodium. Nous pensons que cette anomalie peut s'expliquer en tenant compte de la température. Si l'on admet que la chaleur exalte davantage l'activité de l'ester que celle du sel de sodium on comprend que le rapport des toxicités de ces deux produits ait pu être plus élevé pour le second traitement que pour le premier. On doit même remarquer que l'influence de la température doit être plus importante que celle de la pluie.

Les résultats qui viennent d'être mentionnés n'ont naturellement qu'une valeur indicative et nous devrons les préciser au moyen d'essais comparatifs, de rendement. Mais dès à présent nous pouvons affirmer que la toxicité de l'ester éthylique du 2-4 D à l'égard des Céréales est susceptible de varier d'une manière beaucoup plus large que celle du sel de sodium.

Comparaison de la toxicité des sels de sodium du 2-4 D et du M. C. P. A.

Les essais entrepris sur les Blés d'hiver ont montré qu'à faible dose (2 kg à l'hectare) le sel de sodium du M. C. P. A. manifestait en général une activité légèrement inférieure à celle du sel de sodium du 2-4 D ; pour une dose plus

élevée de l'ordre de 5 kg à l'hectare les deux herbicides provoquèrent souvent des dépressions identiques. Enfin lorsque la dose était portée à 10 kg à l'hectare le M. C. P. A. devenait généralement plus toxique que le sel de sodium du 2-4 D. Si l'on tentait de traduire ces résultats par une courbe indiquant l'accroissement de la toxicité en fonction de la dose de produit actif on obtiendrait, dans le cas du M. C. P. A., une courbe plus abrupte que dans celui du sel de sodium du 2-4 D.

Les essais entrepris sur Céréales de printemps nous ont fourni des résultats plus nuancés.

Dans l'ensemble, les sels de sodium du 2-4 D et du M. C. P. A. ont manifesté une activité semblable. C'est ainsi que dans l'essai sur Céréales de printemps réalisé à Fouesnant (Finistère) les Avoines *Rigel, Jehan de Brie, Espoir, Montferrandaise, Victoire* et l'Orge *Ymer* se sont comportées de la même manière à l'égard des deux substances. D'autres variétés, par exemple, les Orges *Gloire du Velay,.Aurore* et l'Avoine *Von Lochow* ont mieux supporté le M. C. P. A. que le sel de sodium du 2-4 D. D'autres, au contraire (Orges *Alsace* et *Fréja*) furent plus endommagées par le M. C. P. A. que par le sel de sodium du 2-4 D.

A Clermont, où nous avions réalisé un vaste essai sur Céréales de printemps, les réactions furent généralement plus faibles pour le M .C. P. A. que pour le sel de sodium du 2-4 D. C'est ainsi que les Avoines *Von Lochow, Noire de Moyencourt, Pluie d'Or II, Montferrandaise, Reine-Vilmorin* et *Espoir*, les Orges *Aurore, René Guillemart* et le Blé *Fylgia* résistèrent particulièrement bien au M. C. P. A.

Signalons encore que dans certains essais réalisés sur Blés alternatifs et Blés de printemps, le 2-4 D fut plus toxique que le M C. P. A. lorsqu'il s'agissait de traitements précoces et au contraire moins actif dans le cas de traitements tardifs (tableau IV).

Il se peut d'ailleurs que dans le cas présent l'appréciation de la toxicité du sel de sodium du 2-4 D ait été forcée dans le cas des traitements précoces en raison de la production d'épis déformés dont l'aspect a influencé défavorablement les notes attribuées aux parcelles traitées.

Pour finir nous mentionnerons que si l'on étudie l'accroissement de l'activité des hétéro-auxines désherbantes en fonction de la dose on constate comme dans le cas des Céréales d'hiver que cet accroissement est plus marqué pour le M. C. P. A. que pour le 2-4 D. A faible dose (2 kg à l'hectare) le M. C. P. A. fut généralement moins actif que le sel de sodium du 2-4 D. Pour une dose de l'ordre de 5 kg à l'hectare, les deux substances produisirent généralement des effets analogues. Enfin lorsqu'on portait la dose d'hétéro-auxine à 10 kg à l'hectare le M. C. P. A. était généralement plus toxique que le 2-4 D.

En résumé, l'étude comparative des sels de sodium du 2-4 D et du M. C. P. A. a fourni des résultats très nuancés et l'on peut dire que dans l'ensemble les propriétés de ces deux substances sont peu différentes.

TABLEAU IV

Action comparée du M. C. P. A. et du sel de sodium du 2-4 D sur le développement de quelques Blés de printemps ou alternatifs semés au printemps (essai d'Ablis)

Les chiffres contenus dans ce tableau correspondent à des notations sur 20. Ils indiquent la valeur relative des dépressions provoquées par les traitements. Les chiffres les plus élevés sont relatifs aux dépressions les plus fortes.

Variétés	Stade atteint par la céréale au moment du traitement (distance de l'épi au plateau de tallage)	Traitements					
		Na 2	Na 5	Na 10	Agl 2	Agl 5	Agl 10
Fylgia	15 cm	2	4	6	0	3	6
»	40 cm	0	0	6	3	4	12
Progress	4 cm	3	3	6	2	2	6
»	25 cm	0	ε	6	2	3	10
Blé d'Avril	10 cm	3	6	8	3	5	6
»	55 cm	0	0	4	2	4	8
Magdalena	1 cm	2	4	7	2	3	6
»	18 cm	0	2	3	ε	3	8
Hybride de Bersée	3 cm	2	3	5	0	2	5
»	20 cm	0	0	2	0	3	3
Picardie-Desprez	4 cm	2	3	5	0	2	5
»	15 cm	0	0	2	0	4	6

b) PRODUITS SOLIDES.

Nous examinerons successivement l'action du sel de sodium du 2-4 D employé sans adjuvant puis associé à du nitrate de sodium.

Action du sel de sodium du 2-4 D employé sans adjuvant.

La comparaison de l'activité du sel de sodium du 2-4 D à l'état liquide et solide, nous a fourni des résultats différents selon la dose du produit actif. Dans le cas de faibles doses, de l'ordre de 4 kg à l'hectare, le sel de sodium du 2-4 D employé sous forme solide fut généralement peu actif. Ses effets étaient dans l'ensemble à peine supérieurs à ceux produits par une dose moitié moindre utilisée en pulvérisation. Par contre, pour des doses plus fortes de l'ordre de 10 kg à l'hectare, les résultats furent confus. Dans certains cas nous avons obtenu des réactions identiques avec des doses égales de produits solides ou liquides. D'autres fois les pulvérisations furent plus novices que les épandages de produits solides. D'autres fois encore, le sel de sodium du 2-4 D fut plus toxique à l'état solide qu'à l'état liquide.

Cette variabilité des résultats obtenus pour de fortes doses de produits solides fut constatée aussi bien dans le cas des Blés d'hiver (tableau V) que dans celui des Céréales de printemps (tableau VI).

Toutefois, pour ces dernières, les pulvérisations de sel de sodium du 2-4 D furent dans l'ensemble plus toxiques que les épandages de produits solides.

Tableau V

Comparaison de l'activité du sel de sodium du 2-4 D à l'état solide et à l'état liquide (essais sur Blés d'hiver réalisés à Clermont-Ferrand)

Les chiffres contenus dans ce tableau correspondent à des notations sur 20. Ils expriment des dépressions d'autant plus fortes qu'ils sont plus élevés.

Variétés	Traitements		
	Na 10	Si 10	
Picardie-Desprez	2	2	Réactions égales.
Préparateur-Etienne	2	2	
Blé de l'Yveline	2	2	
Hauters II	2	2	
Blé du Mesnil	2	2	
Blé des Dômes	0	7	Le produit liquide est moins actif que le produit solide.
Magdalena	0	4	
Chanteclair	0	5	
Polonium	0	4	
Inversable × Bordeaux	0	4	
Docteur Mazet	4	10	
Bon Fermier	4	8	
Petit Quinquin	ε	0	Le produit liquide est plus actif que le produit solide.
Courtal	4	2	
Alsace 22	8	5	
Nord-Desprez	2	ε	

Tableau VI

Comparaison de l'activité du sel de sodium du 2-4 D à l'état solide et à l'état liquide (essais sur Céréales de printemps réalisés à Fouesnant)

Les chiffres correspondent à des notations sur 20. Ils expriment des dépressions d'autant plus fortes qu'ils sont plus élevés.

Variétés	Traitements		
	Na 10	Si 10	
Orge Ymer	ε	ε	Réactions égales.
Orge Aurore	10	10	Le produit liquide est plus actif que le produit solide.
Orge Chevalier	8	2	
Orge Alsace	12	8	
Orge Isaria	10	4	
Orge Fréja	12	6	
Avoine Rigel	8	ε	
Avoine von Lochow	14	10	
Avoine Montferrandaise	9	6	
Avoine Jehan de Brie	6	ε	
Avoine Espoir	9	7	
Avoine Victoire	10	8	
Orge Gloire du Velay	2	4	Le produit liquide est moins actif que le produit solide.

Nous avons d'autre part constaté que cette inocuité relative des produits solides se manifestait surtout pour les céréales sensibles aux hétéro-auxines. C'est ainsi que les Avoines Noire de Moyencourt, Montferrandaise et les Orges Isaria ou Fréja qui sont très sensibles aux hétéro-auxines ont bien résisté aux fortes doses de 2-4 D sous forme solide, dans toutes les localités où elles furent cultivées. Au contraire les Avoines *Aigle, Trophée-Vilmorin* et l'Orge *Gloire du Velay* qui sont moins sensibles au 2-4 D ont réagi à peu près de la même manière à l'égard des produits solides et des produits liquides.

Les Blés d'hiver nous ont fourni des résultats analogues. Dans ce cas encore, les variétés les plus sensibles au 2-4 D (*Blé du Mesnil, Etoile de Choisy, Alsace 22*) furent généralement moins endommagées par les produits solides que par les produits liquides (tableau 7). Toutefois dans le cas de *Bretagne-Desprez*, qui est un blé d'hiver particulièrement sensible aux hétéro-auxines nous n'avons pas constaté de différence d'action entre les deux types de produits tout au moins pour des doses de l'ordre de 10 kg par hectare.

TABLEAU VII

Activité comparée du sel de sodium du 2-4 D sous forme liquide et sous forme solide à l'égard de quelques variétés de Blés d'hiver particulièrement sensibles aux hétéro-auxines désherbantes

Les chiffres correspondent à des notations sur 20. Ils expriment des dépressions d'autant plus fortes que leur valeur est plus élevée.

Variétés	Localités	Traitements	
		Na 10	Si 10
Etoile de Choisy	Montpellier	4	2
	Clermont-Ferrand	4	4
	Yvetot	2	0
	Rethel	10	0
	Villaines	5	6
	Ablis	3	4
	Ondes	11	8
Alsace 22	Montpellier	6	0
	Clermont-Ferrand	8	5
Blé du Mesnil	Montpellier	8	3
	Clermont-Ferrand	2	2
	Ondes	6	5

Nous avons enfin recherché si dans l'ensemble la toxicité relative du sel de sodium du 2-4 D employé sous forme solide manifestait des variations selon les stations. Pour établir cette comparaison nous avons confronté les résultats fournis par les variétés de Céréales communes à plusieurs localités. Cette confrontation n'a pu être faite pour les Céréales de printemps car nous ne disposions pas d'un nombre suffisant de répétitions ; mais elle fut possible dans le

cas des Blés d'hiver. Dans l'ensemble les réactions provoquées par les épandages de sel de sodium du 2-4 D à l'état solide furent faibles à Versailles ou Yvetot, moyennes à Ondes, Rethel ou Bruz et fortes à Beauvais, Clermont, Fouesnant ou Montpellier.

Nous avons naturellement pensé que ces résultats pouvaient s'expliquer en faisant appel aux données pluviométriques. Pour cela, nous avons confronté sur un même tableau, les réactions provoquées par le sel de sodium du 2-4 D à l'état solide et les valeurs des précipitations enregistrées dans chaque localité (tableau VIII).

TABLEAU VIII

Relation entre la pluviométrie et l'activité du sel de sodium du 2-4 D à l'état solide (essais sur Blés d'hiver)

Localités	Réactions provoquées par le sel de sodium du 2-4 D employé seul.	Chutes de pluie enregistrées après les traitements				
		1re quinzaine	2e quinzaine	3e quinzaine	4e quinzaine	Total
		mm	mm	mm	mm	mm
Ondes.....	moyennes	45	22	17	55	139
Beauvais	fortes	62,3	0,8	42,4	31	136,5
Versailles	faibles	45,9	2,3	44,5	27,3	120
Clermont	fortes	3,8	36,8	30,3	32	102,9
Rethel	moyennes	34,6	0	45,0	5,3	85,7
Yvetot	faibles	0	32	26	19,4	77,4
Fouesnant.....	fortes	11,3	36,2	5,2	31	73,7
Bruz	moyennes	21,4	21,8	11	9,3	63,5
Montpellier.....	fortes	41,4	2,6	19	0,5	63,5

Cette confrontation n'a pas été concluante. Si l'on considère en effet les stations d'Ondes, Versailles et Montpellier où la précipitation fut analogue pendant la première quinzaine ayant suivi les traitements, on constate que les réactions provoquées par les produits solides furent cependant très différentes. Si l'on considère de même la précipitation totale enregistrée pendant la période de deux mois ayant suivi le traitement, on constate qu'à Ondes, Villaines et Yvetot, les réactions des Blés furent différentes bien que les quantités d'eau recueillies aient été du même ordre de grandeur. Il semble donc que l'activité du sel de sodium du 2-4 D sous forme solide soit influencée par un autre facteur que la pluviométrie par exemple par la nature du terrain.

Action du sel de sodium du 2-4 D associé à du nitrate de sodium.

Nous avons constaté que le nitrate de sodium neutralisait d'une manière plus ou moins complète l'action toxique du 2-4 D (tableaux 9 et 10). Cette compensation était en général d'autant meilleure que le sel de sodium employé sans adjuvant manifestait une toxicité plus élevée.

Tableau IX

Neutralisation de la toxicité du sel de sodium 2-4 D par le nitrate de sodium (essais sur Blés d'hiver réalisés dans diverses localités)

La dose de nitrate de sodium correspondait constamment à 100 kg à l'hectare. Les chiffres contenus dans ce tableau expriment des notations sur 20. Ceux qui ne sont pas précédés d'une croix indiquent des dépressions et sont donc d'autant plus forts que l'intoxication des céréales était plus intense. Les chiffres précédés d'une croix correspondent à des stimulations.

Variétés	Traitements			
	Si 4	Si 10	Nit 4	Nit 10
Blé du Mesnil	ε	5	0	3
Courtal	0	6	0	2
Magdalena	0	6	+ 4	ε
Préparateur Etienne	2	8	ε	4
Bon Fermier	ε	6	+ 4	0
Chanteclair	0	8	+ 2	ε
Docteur Mazet	0	10	0	3
Champagne	ε	8	ε	5
Hatif de Wattines	8	10	2	6
Hybride 40	0	6	0	2
Petit Quinquin	0	12	0	4
Président Riverain	8	14	+ 2	10
Bretagne-Desprez	6	8	4	4

Tableau X

Activité comparée du sel de sodium 2-4 D sous forme liquide, sous forme solide sans adjuvant et sous forme solide associé à du nitrate de sodium (essais sur Céréales de printemps)

La dose de nitrate de sodium était constamment de l'ordre de 100 kg à l'hectare. Les chiffres contenus dans ce tableau expriment des notations sur 20. Ceux qui ne sont pas précédés d'une croix indiquent des dépressions et sont donc d'autant plus forts que l'intoxication des céréales était plus prononcée. Les chiffres précédés d'une croix correspondent à des stimulations.

Variétés	Localités	Traitements				
		Na 10	Si 4	Si 10	Nit 4	Nit 10
Avoine *Trophée*	Yvetot	3	3	6	0	2
Avoine *Montferrandaise*	Rethel	6	6	8	4	4
Orge *Gloire du Velay*	Seneujols	6	3	6	0	4
Avoine *Luciole*	Rethel	11	6	8	2	3
Orge *Fréja*	Fouesnant	12	0	6	0	3
Avoine *Montferrandaise*	Fouesnant	9	0	6	0	2
Orge *Alsace*	Fouesnant	12	0	8	0	0
Orge *Gloire du Velay*	Pétré	8	0	6	0	0
Orge *Aurore*	Pétré	10	ε	6	0	0
Avoine *Victoire*	Rethel	8	6	8	0	0
Avoine de Versailles	Yvetot	4	0	4	+ 2	0
Avoine *Jaune d'Artois*	Yvetot	8	4	6	+ 1	3
Avoine *Soleil II*	Yvetot	9	2	2	+ 4	+ 2
Avoine *Espoir*	Fouesnant	9	5	7	stimulation	
Avoine *Noire de Moyencourt*	Yvetot	8	2	4	stimulation	
Orge *Isaria*	Fouesnant	10	0	4	0	6
Avoine *Multigrap*	Rethel	4	6	8	6	8

Dans le cas des Céréales de printemps elle fut parfois remarquable. C'est ainsi que dans l'essai de Fouesnant (tableau X) l'Orge Alsace réagit intensément sous l'action de 10 kg à l'hectare de sel de sodium du 2-4 D employé à l'état liquide (dépression notée 12 sur 20) ou sous forme solide (dépression notée 8 sur 20) mais résista complètement à la même dose de désherbant lorsqu'on l'associait à 100 kg à l'hectare de nitrate de sodium.

Dans le cas de l'Avoine Espoir (tableau X) la dépression provoquée par 10 kg de 2-4 D à l'hectare bien que très importante (notée 9 sur 20 pour le produit liquide et 7 sur 20 pour le produit solide) fut remplacée par une stimulation lorsqu'on l'additionnait de nitrate.

Cette compensation n'était pas en relation avec la pluviométrie. C'est ainsi que pour les Blés d'hiver, elle s'est mieux manifestée à Montpellier qu'à Fouesnant bien que la précipitation ait été analogue dans ces deux localités. Certaines observations réalisées à Montpellier nous ont suggéré que cette compensation pouvait être d'origine trophique. Elle fut en effet particulièrement bonne dans une partie de l'essai réalisée en sol pauvre, tandis que dans une autre partie où le sol était riche le nitrate fut moins efficace.

Mais les résultats obtenus dans d'autres localités ne nous permettent pas de retenir cette explication. C'est ainsi que dans les essais réalisés en sol riche à Clermont et à Beauvais, le sel de sodium du 2-4 D employé à l'état solide fut particulièrement toxique et le nitrate compensa ses effets. Nous ne pensons pas que l'on puisse attribuer un rôle trophique important au nitrate de sodium ; son action antitoxique doit plutôt résulter d'un processus spécifique.

B) **Traitements réalisés avant la levée (traitements de préémergence).**

Les traitements de préémergence nous ont fourni des résultats variés mais toujours très nets.

TABLEAU XI

Action comparée des hétéro-auxines désherbantes sur le développement de quelques céréales de printemps (traitements de préémergence réalisés à Gif)

On a réuni sur ce tableau les valeurs des dépressions enregistrées pour quelques traitements (notation sur 20).

Variétés	Traitements								
	Na 2	Na 5	Na 10	Agl 2	Agl 5	Agl 10	Est 2	Est 5	Est 10
Avoine Jehan de Brie	1	10	17	2	16	18	0	9	16
Avoine Mansholt III ..	3	15	19	6	17	19	2	8	19
Avoine Victoire	6	12	19	12	16	19	4	10	14
Orge Sarah	0	4	10	0	10	13	0	6	7
Orge René Guillemart .	7	8	9	3	10	10	2	4	7

Signalons tout d'abord que l'activité générale de ces traitements a présenté des degrés très différents selon les localités. A Gif (tableau XI) Yvetot

et Ablis ils furent particulièrement toxiques. A Fouesnant les résultats furent analogues à ceux obtenus en post-émergence. Enfin à Clermont et à Rethel les traitements de préémergence furent moins nocifs que ceux réalisés après la levée.

La comparaison des divers produits nous a permis d'autre part de constater des faits inattendus. C'est ainsi que l'ester éthylique du 2-4 D fut toujours un peu moins toxique que le sel de sodium. Cette particularité peut s'expliquer par le fait que l'ester étant insoluble dans l'eau il ne peut diffuser dans le sol et n'atteint pas directement les jeunes plantules. Il doit s'hydrolyser progressivement et l'acide ainsi libéré peut alors agir sur les Céréales mais cette action est ménagée car la libération ne s'opère que graduellement.

Quant au M. C. P. A. il fut parfois plus toxique que le sel de sodium du 2-4 D (essai de Gif, tableau XI), mais le plus souvent il manifesta une toxicité plus faible. C'est ainsi que dans l'essai réalisé à Clermont (tableau XII) seules les Avoines *Victoire* et *Reine-Vilmorin* ont réagi plus intensément au sel de sodium du 2-4 D qu'au M. C. P. A. Toutes les autres variétés se sont conduites inversement.

TABLEAU XII

Action comparée du sel de sodium du 2-4 D et du M. C. P. A. sur le développement de quelques céréales de printemps (traitements de préémergence réalisés à Clermont)

Les chiffres contenus dans ce tableau expriment les dépressions provoquées par les traitements (notation sur 20). Les valeurs les plus élevées correspondent aux dépressions les plus marquées.

Variétés	Traitements					
	Na 2	Na 5	Na 10	Agl 2	Agl 5	Agl 10
Blé d'*Avril*	ε	4	12	0	0	ε
Blé *Fylgia*	3	6	14	0	2	7
Orge *Gloire du Velay*	0	3	4	0	ε	4
Avoine *Mansholt III*	0	3	8	0	ε	6
Avoine *von Lochow*	1	8	10	ε	5	8
Avoine *Victoire*	2	3	14	ε	12	14
Avoine *Reine-Vilmorin*	3	6	12	6	12	14

Signalons en outre que dans les traitements de préémergence les produits solides se sont comportés comme les produits liquides correspondants. D'autre part, le nitrate de sodium n'a manifesté aucune activité antitoxique.

Signalons enfin qu'à Rethel, Le M. C. P. A. n'a provoqué aucune intoxication des céréales même à la plus forte dose. Nous avons au contraire observé, dans la plupart des cas, une stimulation très nette (tableau XIII). Cette stimulation fut assez délicate à mettre en évidence car, étant donné que le terrain était

envahi de très nombreuses Moutardes, on aurait pu croire qu'elle résultait indirectement de la destruction de celles-ci.

TABLEAU XIII

Action comparée du M. C. P. A. et du sel de sodium du 2-4 D sur le développement de quelques Avoines de printemps (essai de préémergence de Rethel)

Les chiffres contenus dans ce tableau expriment les dépressions provoquées par les traitements (notation sur 20). Les valeurs les plus élevées correspondent aux dépressions les plus intenses.

Variétés	Traitements					
	Na 2	Na 5	Na 10	Agl 2	Agl 5	Agl 10
Victoire	0	9	15	0	0	stimulé
Montferrandaise	3	11	14	stimulé	stimulé	4
Avoine de Versailles	2	10	16	stimulé	0	stimulé
Pluie d'Or II	0	7	14	0	2	stimulé
Multigrap	4	12	14	stimulé	stimulé	stimulé
Luciole	2	10	18	stimulé	stimulé	stimulé

Nous avons toutefois constaté que certaines variétés, par exemple les Avoines *Pluie d'Or II* et *Victoire* s'étaient mieux développées dans les parcelles ayant reçu 10 kg de M. C. P. A. à l'hectare que dans celles ayant subi l'action de doses plus faibles bien que la destruction ait été complète dans tous les cas.

Ainsi le M. C. P. A. avait déterminé dans cet essai une stimulation vraiment élective des Avoines.

Nous nous sommes naturellement demandés si la variabilité des résultats fournis par les traitements de préémergence pouvait être une conséquence des conditions climatiques par exemple de la pluviométrie. Cette idée n'a pu être exploitée ; c'est ainsi qu'à Yvetot et à Rethel où les traitements de préémergence avaient provoqué des réactions très différentes, les données pluviométriques furent analogues pendant la quinzaine ayant suivi les opérations (37,2 mm à Yvetot et 32,6 mm à Rethel). De même, à Fouesnant et à Gif, les chutes de pluie furent comparables (14,2 mm à Fouesnant et 11,4 mm à Gif pour la quinzaine ayant suivi les traitements et pourtant, les Céréales réagirent d'une manière très différente dans ces deux localités.

Nous avons alors pensé que la variabilité des résultats pourrait peut être s'expliquer au moyen de données pédologiques et nous avons donc confronté les résultats de nos essais de préémergence avec les analyses des sols : nous avons ainsi constaté que, dans l'ensemble, la toxicité du M. C. P. A. était d'autant moins forte que les terrains contenaient davantage de calcaire (tableau XIV).

TABLEAU XIV

Relation entre l'activité du M. C. P. A. employé en préémergence et la teneur du terrain en calcaire

Localités	Toxicité du M.C.P.A.	Teneur du sol en calcaire
Rethel	nulle	9,93 %
Clermont	faible	7,9 %
Fouesnant	faible	0,2 à 0,7 %
Gif	forte	0,3 %
Yvetot	très forte	0 %

Il semble donc que la présence de calcaire puisse amoindrir et même annuler la toxicité du M. C. P A. à l'égard des Céréales. Mais cette conclusion repose sur un nombre insuffisant de résultats pour que nous puissions dès à présent la considérer comme définitive. Nous entreprendrons de la confirmer au moyen de recherches ultérieures.

3° Évolution des Céréales traitées par les hétéro-auxines désherbantes

Si l'on confronte les notations faites au cours de plusieurs visites successives d'un même essai on constate que l'état des céréales subit fréquemment une

TABLEAU XV

Évolution de l'état de deux Blés d'hiver ayant subi l'action d'hétéro-auxines désherbantes

Les chiffres contenus dans ce tableau expriment les dépressions enregistrées (notations de 0 à 20). Le signe — indique que le traitement considéré n'a pas été réalisé.

Variétés	Localités	Stade atteint par la céréale au moment du traitement	Dates des visites	Traitements			
				Na 10	Agl 10	Est 5	Est 10
Bretagne - Desprez	Fouesnant	Fin tallage	8 mai	6	3	—	—
			6 juin	10	1	—	—
			20 juin	12	6	—	—
Bretagne - Desprez	Fouesnant	Début Montaison	8 mai	5	4	—	—
			6 juin	10	4	—	—
			20 juin	14	10	—	—
Bretagne - Desprez	Bruz	Fin tallage	8 juin	4	2	—	—
			21 juin	8	6	—	—
Bretagne - Desprez	Bruz	Montaison : distance de l'épi au plateau de tallage : 15 cm	8 juin	4	5	—	—
			21 juin	7	6	—	—
Ile-de-France	Fouesnant	Fin tallage	8 mai	12	8	—	—
			20 juin	12	5	—	—
Ile-de-France	Beauvais	Fin tallage	22 mai	10	—	10	17
			11 juin	6	—	6	12
			20 juin	4	—	3	8

évolution soit dans le sens d'une aggravation des réactions soit au contraire dans le sens d'une amélioration. C'est ainsi que lors des premières visites, le Blé *Ile de France*, sembla très endommagé puis il récupéra nettement (tableau XV). Inversement le Blé *Bretagne-Desprez* manifesta, au début, des réactions plus fabiles que le Blé *Ile de France*, mais ces réactions s'aggravèrent progressivement et au moment de l'épiaison le comportement relatif des deux variétés s'était inversé.

L'évolution de l'état d'une Céréale donnée peut d'ailleurs varier selon les localités. C'est ainsi que le Blé *Hauters II* a mieux supporté les traitements à Rethel qu'à Montpellier et à Versailles (tableau XVI). Dans ces deux dernières localités les dépressions se sont aggravées progressivement tandis qu'à Rethel la Céréale a plus ou moins récupéré.

TABLEAU XVI

Évolution de l'état du Blé Hauters II *à la suite de traitements par le 2-4 D*

Les chiffres contenus dans ce tableau expriment les dépressions enregistrées (notation sur 20) pour divers traitements.

Localités	Stade atteint par la céréale au moment du traitement	Dates des visites	Traitements			
			Na 5	Na 10	Est 5	Est 10
Rethel	Fin tallage	23 mai	ε	ε	2	6
		12 juin	ε	ε	2	3
		29 juin	2	2	3	4
Rethel	Montaison : distance de l'épi au plateau de tallage : 25 cm	23 mai	0	2	3	10
		12 juin	0	0	ε	2
		29 juin	0	0	2	3
Montpellier ...	Fin tallage	22 avril	2	4	5	7
		25 mai	2	6	0	4
		16 juin	6	12	6	10
Versailles	Fin tallage	30 mai	0	0	ε	4
		26 juin	0	0	6	10
Versailles	Montaison : distance de l'épi au plateau de tallage : 20 cm	30 mai	0	0	ε	1
		26 juin	2	2	10	12

Étant donné que le Blé *Hauters II* est une variété adaptée au climat de l'est nos résultats peuvent s'interpréter en admettant que la résistance aux hétéro-auxines est d'autant meilleure que les conditions d'habitat sont plus normales. D'autres comparaisons faites sur les Blés *Champagne, du Mesnil* et *Reims* nous ont également montré que l'adaptation climatique influence la tenue des Céréales à l'égard du 2-4 D.

Signalons encore que l'évolution des dégâts provoqués par les traitements peut aussi être conditionnée par l'adaptation de la Céréale au terrain. Nous avons constaté cette particularité dans le cas du Blé *Etoile de Choisy* qui est adapté aux terres riches. A Ondes, Clermont et Villaines les essais furent réalisés en sol riche et la Céréale surmonta mieux la dépression provoquée par les

traitements qu'à Rethel, Montpellier et Loudes où la terre était moyenne ou pauvre.

Ces résultats, qu'il s'agisse de ceux concernant l'adaptation climatique ou de ceux relatifs à la richesse du sol, indiquent dans l'ensemble que les Céréales échappent d'autant mieux à l'action toxique des hétéro-auxines qu'elles sont cultivées dans les conditions les plus favorables à leur développement normal.

Signalons pour finir qu'en observant l'évolution des dégâts provoqués par les traitements nous avons fréquemment observé une rémission passagère suivie d'une aggravation plus ou moins sévère. Cette aggravation s'observait généralement au moment de l'épiaison et tout se passait donc comme si les dommages provoqués par le désherbant étaient demeurés plus ou moins latents pendant la période végétative pour s'exprimer au moment du développement de l'appareil reproducteur. Ceci souligne que les notations faites au moment de l'épiaison présentent plus d'intérêt que les autres.

4° Variations de la sensibilité des Céréales au cours des différentes phases de leur évolution.

La confrontation des résultats de plusieurs traitements réalisés sur une même Céréale nous a permis de constater que les réactions enregistrées avaient varié selon le moment du traitement. De nombreux Blés d'hiver ont manifesté une sensibilité relativement forte à la fin du tallage. Cette sensibilité diminua nettement au début de la montaison (tableau XVII) puis s'accrût de nouveau pendant le gonflement et, aussitôt après, elle s'atténua d'une manière définitive.

TABLEAU XVII

Variations de la sensibilité du Blé Vilmorin 27 *pendant les divers phases de son évolution*

Les chiffres contenus dans ce tableau expriment les dépressions enregistrées (notation sur 20) pour divers traitements.

Stade atteint par la céréale au moment du traitement (1)	Traitements			
	Na 2	Na 5	Est 2	Est 10
Fin tallage	2	4	2	12
Fin tallage	4	6	4	10
Début montaison	0	ε	2	8
Montaison 3 cm	0	0	0	6
Montaison 20 cm	0	0	2	7
Montaison 22 cm	0	0	0	8
Montaison 25 cm gonflement	1	3	3	8
Montaison 50 cm	0	0	0	0

(1) Les valeurs indiquées pour la montaison représentent la distance de l'épi au plateau de tallage.

Il existe donc deux époques pendant lesquelles la Céréale est particulièrement sensible aux hétéro-auxines désherbantes. Ces deux époques sont séparées par un intervalle assez long pendant lequel elle manifeste une certaine résistance ; la seconde est, en outre, suivie par une autre période de résistance qui se prolonge jusqu'à la fin de la végétation. Nous avons observé ce type d'alternance dans le cas de nombreux blés d'hiver (*Renfort, Polonium, Président-Riverain, Bon Fermier, Courtal, Alma, Vilmorin 27, Etoile de Choisy, Docteur Mazet, Inversable × Bordeaux, Franc-Nord, Petit Quinquin, Champagne*). D'autres variétés de Blés (*Blé de l'Yveline, Bretagne-Desprez, Hatif de Wattines, Hauters II, Reims*) n'ont pas manifesté de sensibilité accrue au moment du gonflement et la chute de sensibilité observée au début de la montaison se prolongea donc jusqu'à la fin de la montaison. D'autres fois au contraire, le gonflement fut la seule période pendant laquelle la Céréale manifesta une grande sensibilité (Blés *Marival, Préparateur-Etienne, Nord-Desprez*) ; d'autres fois enfin (*Blé des Dômes*, Blés *Bellevue, Yga-Blondeau*, etc.) la sensibilité aux hétéro-auxines désherbantes a conservé une valeur constante pendant tout le développement.

Dans le cas des Céréales de printemps les traitements ne furent pas suffisamment nombreux pour que nous ayons pu saisir nettement les variations de la sensibilité aux divers stades du développement. Toutefois l'ensemble des résultats nous a permis de penser que, comme précédemment, le gonflement doit correspondre à une exaltation de la sensibilité de la plante.

5° Sensibilité comparée des diverses variétés de Céréales.

Nous avons pensé qu'il était indispensable de compléter nos recherches en considérant la sensibilité relative des diverses variétés de Céréales à l'égard des hétéro-auxines désherbantes. Pour entreprendre cette comparaison nous avons établi une échelle de sensibilité qui négligeait certains détails et mettait l'accent sur certaines données particulièrement nettes.

C'est ainsi que nous avons tenu compte seulement des dépressions provoquées par les traitements de post-émergence car ceux-ci ont fourni des résultats plus homogènes que les traitements de préémergence. D'autre part, notre appréciation a été fondée plutôt sur les résultats obtenus avec les pulvérisations de sel de sodium du 2-4 D ou du M. C. P. A. que sur ceux procurés par l'ester éthylique du 2-4 D ou par les produits solides car ces derniers manifestaient de larges fluctuations même dans le cas d'une variété donnée. Nous avons également estimé qu'il fallait négliger l'évolution des céréales après les traitements et mettre l'accent uniquement sur les résultats obtenus au moment de l'épiaison, en raison de leur rapport direct avec le rendement.

Enfin nos notations chiffrées n'ont été retenues qu'en l'absence d'autres critères. Dans le cas des Céréales peu sensibles aux hétéro-auxines désherbantes l'échelle des sensibilités a été établie en prenant comme test le seuil d'action, c'est-à-dire la dose minimum de produit actif capable de provoquer une très

légère dépression. Si la gamme des doses employées avaient été suffisamment large, si, par exemple, nous étions descendus à 1 kg, 0,5 kg et même 0,25 kg à l'hectare, il est probable que la mise en évidence de seuils aurait pu être étendue au cas des Céréales peu résistantes aux hétéro-auxines. Mais étant donné que la plus faible dose utilisée dans nos expériences (2 kg à l'hectare) dépassait largement le seuil d'action dans le cas des Céréales sensibles, nous avons dû, pour celles-ci, utiliser comme critère l'intensité des réactions enregistrées.

En appliquant ces divers principes nous avons distingué sept catégories de sensibilités qui sont définies dans le tableau ci-contre (tableau XVIII).

TABLEAU XVIII

Sensibilité comparée des Céréales à l'égard des hétéro-auxines désherbantes

Les chiffres contenus dans ce tableau correspondent aux dépressions provoquées par les traitements. Les notations sont faites sur 20. Le chiffre 0 signifie que le traitement considéré ne détermine aucune réaction. Le signe — signifie que le chiffre correspondant n'a pas été retenu comme critère.

Catégories	Traitements			
	Na 2	Na 5	Na 10	Agl 2
1	0	0	1	0
2	0	1	—	0
3	0	2	—	0
4	2	—	—	2
5	4	—	—	4
6	6	—	—	5
7	8	—	—	6

En l'examinant, on constate que l'éventail des sensibilités des Céréales est très ouvert. En effet les variétés les plus résistantes sont à peine endommagées par une dose de sel de sodium du 2-4 D de l'ordre de 10 kg à l'hectare tandis que les plus sensibles sont fortement endommagées par une dose de l'ordre de 2 kg à l'hectare. Cet écart est suffisant pour qu'il soit possible de définir 5 catégories intermédiaires. Deux d'entre elles la 2e et la 3e sont d'ailleurs très voisines. Après avoir établi cette échelle des sensibilités nous avons entrepris de classer les diverses variétés de Céréales. Chacune d'elles fut classée en fonction de son comportement dans chaque station où elle se trouvait. En rapprochant les résultats obtenus dans les diverses localités nous avons constaté que les classements concordaient plus ou moins bien. C'est ainsi que le Blé *Préparateur-Etienne* présenta à peu près la même sensibilité dans tous les essais (tableau XIX).

Il en fut de même pour de nombreuses variétés par exemple pour les Blés *Bon Fermier, Bretagne-Desprez, Renfort, Fylgia,* etc., pour les avoines *Espoir, Montferrandaise, Victoire,* etc. D'autres fois la confrontation des résultats fit

Tableau XIX

Variations de la sensibilité de quelques Céréales selon les localités

Les chiffres contenus dans ce tableau correspondent à la catégorie dans laquelle chaque variété a été classée en raison de son comportement dans une station donnée. On constate que certaines variétés se sont conduites d'une manière concordante dans toutes les localités (partie supérieure du tableau). D'autres fois, les résultats sont discordants (partie inférieure du tableau).

	Ablis	Beauvais	Bréhoulou	Bruz	Clermont	Gif	Loudes	Montpellier	Ondes	Pétré	La Planque	Rethel	Seneujols	Versailles	Villaines	Yvetot
Blés d'hiver :																
Blé de l'Yveline		2	3		2									2		
Bon fermier					4			4						3		
Bretagne-Desprez			5	4												
Magdalena					3			4						4		
Nord-Desprez	3				3			2						3	3	3
Préparateur-Etienne			3	3	2		3	2	3					2		
Avoines de printemps :																
Espoir			5		4	5										5
Jehan de Brie			5		4	5										
Monferrandaise			5		5	6						6				
Pluie d'or II					5	5						5				
Victoire			5		5	6						6				
Orges de printemps :																
Aurore			7		6					6						
Blés d'hiver :																
Blé du Mesnil					3		5	5	4					5		
Docteur Mazet					4		4	2			3			2		
Hauters II					1			4				1		2		
Avoine de printemps :																
Soleil II					3	6										4
Orge de printemps :																
Gloire du Velay			4		1					5			4			

apparaître quelques anomalies. Certaines de ces anomalies se manifestaient lorsque la Céréale n'avait pas été cultivée dans des conditions normales. C'est ainsi que dans les essais réalisés dans le Midi les variétés adaptées au climat de l'Est (Blés *Hauters II* et *Alsace 22*) ont réagi fortement aux hétéro-auxines désherbantes ce qui troubla leur classement. Il en fut de même pour les variétés méridionales cultivées en dehors de leur habitat normal (par exemple, Blé *Docteur Mazet*, à Clermont-Ferrand). D'autres fois encore les anomalies de classement semblaient résulter du fait que des variétés adaptées à des terrains riches avaient été cultivées en terre pauvre. D'autres fois enfin l'examen de l'ensemble d'un essai a permis de déceler des irrégularités de comportement des Céréales qui variaient systématiquement d'un bout à l'autre du terrain. Des anomalies de ce type furent observées dans l'essai réalisé à Clermont sur Blés d'hiver. La mise en évidence de ces anomalies nous a conduits à réaliser

des expériences de vérification sur les Blés d'hiver suivants : *Docteur Mazet, Evolution, Goldendrop 184, Hybride de Bersée, Hybride de Lobau, Inalettabile, 8 Libérator, Normandie, Reims, Suzanne Favereau.*

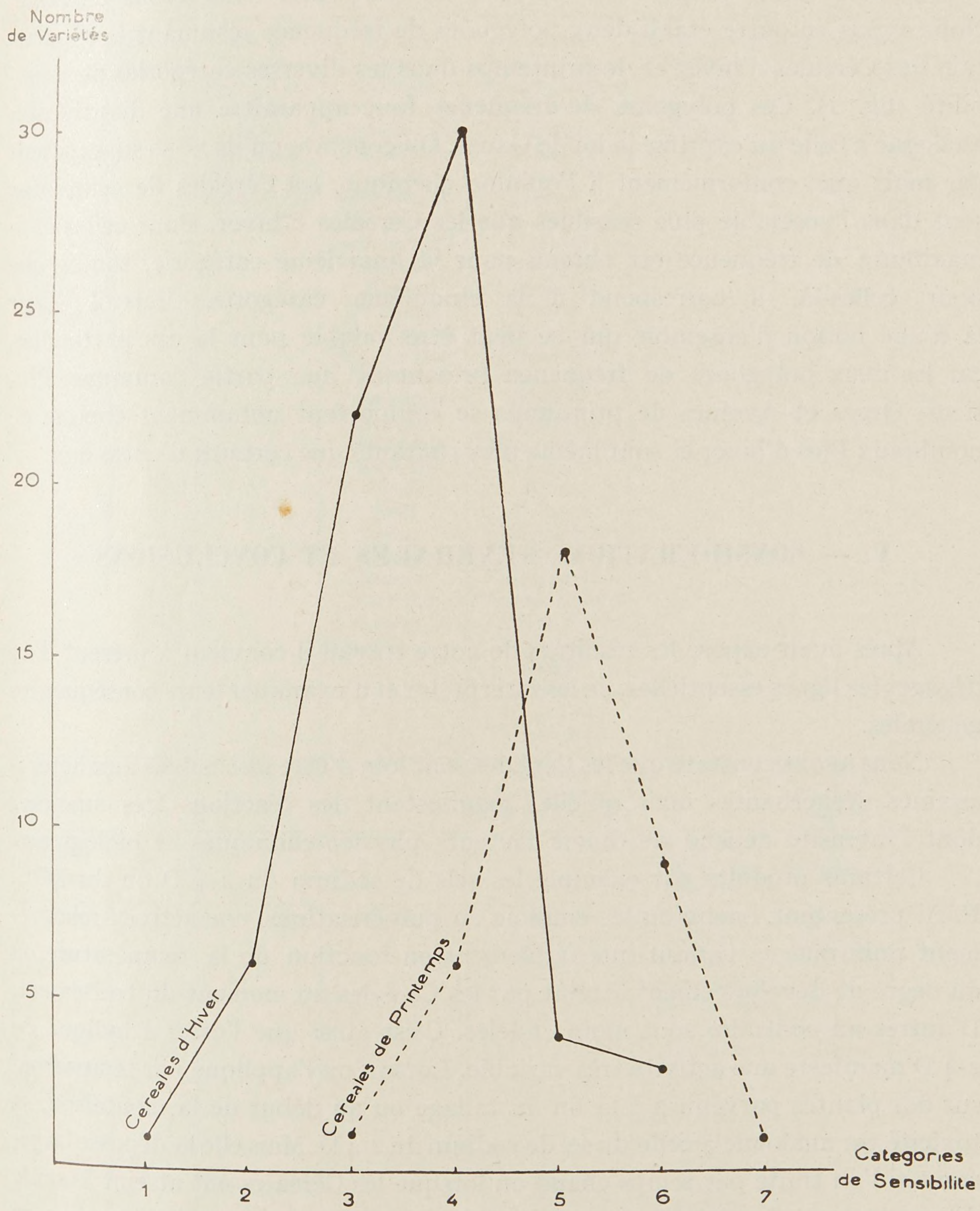


FIG. 1. — Répartition des Céréales dans les diverses catégories de sensibité à l'égard des hétéro-auxines désherbantes.

On a établi deux polygones de fréquence distincts correspondant aux Céréales d'hiver et à celles de printemps. Ces deux polygones présentent une partie commune ce qui prouve que certaines Céréales d'hiver possèdent la même sensibilité que certaines Céréales de printemps.

Pour finir, les résultats furent résumés en attribuant un classement général à chaque Céréale. Les variétés ayant fait l'objet d'un seul essai furent classées dans une catégorie correspondant à une sensibilité supérieure à celle résultant

des expériences. En outre quelques variétés ayant fourni des résultats incohérents n'ont pas été prises en considération.

Le tableau récapitulatif ainsi obtenu (tableau XX) permet de comparer la sensibilité de la plupart des Céréales sur lesquelles nous avons travaillé. Nous avons en outre établi deux polygones de fréquence résumant la répartition des Céréales d'hiver et de printemps dans les diverses catégories de sensibilité (fig. 1). Ces polygones de fréquence font apparaître une distribution analogue à celle qu'exprime la loi de Gauss. On constate qu'ils ne se superposent pas mais que, conformément à l'opinion classique, les Céréales de printemps sont dans l'ensemble plus sensibles que les Céréales d'hiver. Pour celles-ci le maximum de fréquence est obtenu pour la quatrième catégorie, tandis que pour celles-là, il correspond à la cinquième catégorie. Mais il s'agit là d'une notion d'ensemble qui ne peut être valable pour le cas particulier, car les deux polygones de fréquence présentent une partie commune. Plusieurs Orges et Avoines de printemps se comportent notamment comme de nombreux Blés d'hiver et sont même plus résitants que certains d'entre eux.

V. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ET CONCLUSIONS

Après avoir exposé les résultats de notre travail il convient à présent d'en dégager les lignes essentielles, de les interpréter et d'examiner leurs conséquences générales.

Nous avons constaté que les Céréales sont loin d'être insensibles aux hétéroauxines désherbantes mais qu'elles manifestent des réactions très nuancées dont l'intensité dépend de divers facteurs physico-chimiques et biologiques.

Certains produits par exemple les sels de sodium du 2-4 D ou du M. C. P. A. présentent, lorsqu'on les emploie en pulvérisations, une activité relativement uniforme ne variant que faiblement en fonction de la température ou du degré de développement atteint par les Céréales au moment du traitement. D'autres au contraire sont moins fidèles. C'est ainsi que l'ester éthylique du 2-4 D manifeste une activité très variable. Lorsqu'on l'applique par temps froid sur des plantes parvenues à la fin du tallage ou au début de la montaison, sa toxicité est analogue à celle du sel de sodium du 2-4 D. Mais elle la dépasse largement si l'on traite par temps chaud ou lorsque les Céréales ont atteint le stade du gonflement. Ces deux facteurs sont très fréquemment associés [1] et dans ce cas l'ester manifeste une toxicité excessive.

Nous pensons que la grande toxicité de l'ester éthylique du 2-4 D doit être une conséquence de sa liposolubilité qui lui permet de s'introduire rapidement dans les cellules et de se fixer électivement sur le cytoplasme. Le fait qu'elle ne varie pas parallèlement à celle du sel de sodium peut s'expliquer de la

[1] Le gonflement se produit en effet pendant le mois de mai ou au début de juin c'est-à-dire à une époque où la température est souvent assez élevée.

Tableau XX. — *Classement général des Céréales en fonction de leur sensibilité aux hétéro-auxines désherbantes*

Les noms en italique correspondent à des variétés ayant fait l'objet d'essais suffisamment concluants pour que leur classement puisse être considéré comme définitif. Les autres correspondent à des variétés ayant fait l'objet d'expériences peu nombreuses et dont le classement n'est que provisoire.

Types de céréales	1re catégorie	2e catégorie	3e catégorie	4e catégorie	5e catégorie	6e catégorie	7e catégorie
Blés d'hiver	*Golden-drop 184*	*Blé de l'Yveline* *Franc-Nord* *Vague d'épis* *Hébrard* *Hauters II* *Vilmorin 29*	*Blé des Dômes* *Bellevue* Clermont 3/6 *Hybride 40* *Hybride de Lobau* *Inversable X Bordeaux* *Inalettabile 8* *Libérator* *Marival* *Dr Mazet* *Nord-Desprez* *Pax-Cambier* *Polonium* *Préparateur-Etienne* *Président-Riverain* *Pévèle* *Noël* *Reims* *Renfort* *Suzanne-Favereau* *Vilmorin 23* *Yga-Blondeau*	*Alma* *Alsace 22* *Auchy-Cambier* *Bastard de Rimpau* *Beauceron* *Hybride de Bersée* *Bon Fermier* *Cappelle* *Champagne* *Chanteclair* *Courtal* *Évolution* *Flèche d'or* *Florence-Aurore* *Hatif de Wattines* *Ile-de-France* *Later* *Miana* *Ministre* *Magdalena* *Normandie* *Petit-Quinquin* *Picardie-Desprez* *Sillon d'or* *Superhâtif* *Tadépi* *Hybride de la Tour* *Vilmorin-27*	*Blé du Mesnil* *Bretagne-Desprez* *Etoile de Choisy*	*Bon Moulin*	
Orges d'hiver				Alterna Escourgeon hâtif du Moulin		Escourgeon hâtif de Grignon	
Avoines d'hiver					Avoine d'hiver du Prieuré	Avoine Gaillarde	
Avoines de Printemps			*Aigle*	*Soleil II* *Avoine de Versailles*	Altesse jaune *Espoir* Étoile Grignonnaise *Jehan de Brie* Luciole Mansholt-Binder *Mansholt III* *Pluie d'or II* *Reine-Vilmorin* Rigel Trophée-Vilmorin *Von Lochow*	Jaune d'Artois *Montferrandaise* *Noire de Moyencourt* *Victoire*	
Orges de Printemps				*Gloire du Velay* *René Guillemart* *Sarah*	Albert Bussert Chevalier Ymer	Alsace *Freja* *Isaria*	*Aurore* (Kenia)
Blés de Printemps et Blés alternatifs semés au Printemps				Hybride de Bersée	Magdalena Progress	Blé d'Avril *Fylgia*	

manière suivante : si la pénétration de ces deux substances dans la cellule s'opère selon deux mécanismes distincts, les facteurs qui la contrôlent peuvent être eux-mêmes différents de telle sorte que leur pénétration et par conséquent leur toxicité peuvent varier d'une manière indépendante.

Ces diverses hypothèses méritent évidemment d'être vérifiées.

L'ester n'est d'ailleurs pas le seul produit qui fournisse des résultats irréguliers. Rappelons en effet que le sel de sodium du 2-4 D employé sous forme solide a manifesté lui aussi une activité variable suivant les stations tout au moins lorsqu'on utilisait de fortes doses (10 kg à l'hectare). Dans certaines localités le sel de sodium du 2-4 D sous forme solide fut peu nocif tandis que dans d'autres il manifesta une activité analogue à celle des pulvérisations et parfois même plus forte.

Cette variabilité n'a pu être expliquée par des données pluviométriques ce qui nous a surpris car nous pensions que la pluie devait favoriser l'action de l'herbicide en hâtant sa dissolution dans le sol. On doit donc admettre que cette variabilité de l'activité des produits solides peut dépendre d'autres facteurs par exemple de la nature du terrain qui, dans certains cas, provoquerait l'insolubilisation du 2-4 D et par conséquent diminuerait sa toxicité. On peut également supposer que certains sols contiendraient des Bactéries capables de détruire rapidement le 2-4 D et de faire disparaître ainsi son activité.

Nos recherches sur les traitements de préémergence nous ont également conduits à des conclusions nuancées. Le fait que le M. C. P. A. manifeste une toxicité d'autant plus faible que le terrain contient davantage de calcaire peut s'expliquer en admettant que cette substance est précipitée à l'état d'un composé insoluble ne pouvant être absorbé par les racines des Céréales. Cette précipitation pourrait résulter d'une action directe du carbonate de calcium ou d'une action du pH. Signalons d'ailleurs que la présence de calcaire ne fait pas disparaître toute toxicité du M. C. P. A. car l'utilisation de cette substance en préémergence nous a permis de détruire les moutardes même lorsque les Céréales ne réagissaient pas. On peut expliquer cette particularité en se souvenant que les racines de Moutardes sont capables de dissoudre des sels insolubles (par exemple du phosphate tricalcique) grâce à leur faculté de sécréter des substances à réaction acide.

Ces diverses réflexions ont évidemment un caractère hypothétique et ne peuvent être acceptées que sous réserve. Nous entreprendrons des expériences complémentaires afin de les vérifier. Il nous paraît également intéressant de rechercher si les traitements de préémergence peuvent entrer dans la pratique courante.

Un autre résultat qui nous semble digne d'intérêt consiste dans le fait que le nitrate de sodium neutralise plus ou moins complètement la toxicité du sel de sodium du 2-4 D employé à l'état solide. Ce résultat permet de répondre à une question que nous avions formulée à la suite d'expériences antérieures (6). Nous avions constaté que le 2-4 D employé en mélange avec un engrais composé

contenant du nitrate de sodium ne manifestait aucune toxicité à l'égard des Céréales et nous nous étions demandés si l'on se trouvait en présence d'un antagonisme spécifique ou si cette inocuité ne résultait pas du fait que le 2-4 D agissait progressivement grâce à sa dissolution lente dans le sol. Nos résultats actuels nous permettent d'affirmer que le nitrate de sodium exerce effectivement une action antitoxique. La dose utilisée dans nos essais est trop faible (100 kg à l'hectare) pour que cette action antitoxique puisse être attribuée à un simple phénomène trophique. Nous croyons plutôt qu'il s'agit d'un antagonisme spécifique entre le nitrate et le 2-4 D. Cet antagonisme se manifeste seulement dans les traitements de post-émergence car, en préémergence le nitrate de sodium ne neutralise pas l'action du 2-4. Nous pensons que le fait que la présence de nitrate atténue les propriétés morphogènes du 2-4 D, souligne également, qu'il s'agit d'un antagonisme spécifique (8). Notre conclusion est d'ailleurs en accord avec celle formulée par DUFRÉNOY à la suite de recherches sur l'action combinée du 2-4 D et des nitrates sur la rhizogénèse de la Vigne (3).

Les résultats de nos essais suggèrent encore d'autres réflexions générales. Rappelons par exemple que la tenue d'une Céréale à l'égard des hétéro-auxines désherbantes est d'autant plus satisfaisante que l'on respecte mieux les conditions d'adaptation au terrain et au climat. Ceci montre en somme que les plantes résistent d'autant mieux aux désherbants qu'elles sont en meilleur état physiologique. Il nous paraît utile de souligner l'intérêt pratique de cette remarque. L'étude des variations de la sensibilité des Céréales aux diverses étapes de leur développement nous a également fourni des indications d'ordre pratique. On peut en effet penser qu'il convient d'éviter de traiter pendant les périodes de sensibilité accrue c'est-à-dire avant la fin du tallage et au moment du gonflement. Le début de la montaison qui correspond au contraire à une époque de sensibilité amoindrie pourrait au contraire être favorable aux traitements. Ces sugestions sont d'ailleurs provisoires et pourraient être précisées à la suite d'expériences que nous projetons d'entreprendre prochainement.

Nous allons évoquer à présent la partie essentielle de notre travail c'est-à-dire la classification des Céréales en fonction de leur sensibilité aux hétéro-auxines désherbantes. Pour établir cette classification nous avons fait appel dans la mesure du possible à la notion de seuil d'action. Certaines Céréales n'ont réagi que pour des doses de sel de sodium du 2-4 D de l'ordre de 10 kg à l'hectare (1re catégorie). D'autres ont manifesté une dépression très légère pour une dose de 5 kg (2e catégorie). D'autres encore ont commencé à réagir à partir de 2 kg (4e catégorie). Pour de nombreuses variétés plus sensibles le seuil d'action n'a pu être déterminé car la plus faible dose utilisée dans nos essais (2 kg à l'hectare) a provoqué des réactions très intenses. Toutefois les résultats d'expériences antérieures (6) nous permettent de penser que pour les Céréales les plus sensibles (6e et 7e catégories) le seuil d'action doit être inférieur à 0,5 kg à l'hectare. Ainsi les seuils d'action correspondant aux diverses catégories de

Céréales s'étalent sur une gamme de concentrations assez étendue dont les limites seraient dans le rapport de 1 à 20.

Les indications fournies par notre classification ont un caractère seulement qualitatif. Il convient de les préciser au moyen d'expériences quantitatives, c'est-à-dire par des essais comparatifs de rendement. Nous devrons pour cela choisir un certain nombre de Céréales appartenant aux diverses catégories de sensibilité et déterminer, pour chacune d'elles, la dose minimum d'hétéro-auxine pouvant provoquer une baisse de rendement. D'autres études quantitatives devront être entreprises afin d'évaluer par exemple, les variations de la sensibilité des Céréales au cours de leur cycle évolutif, de comparer la toxicité des différentes hétéro-auxines désherbantes [1], d'apprécier l'action de la température sur cette toxicité, etc. Ces études supplémentaires nous feront connaître avec précision les conséquences qu'entraînent dans diverses circonstances l'application des hétéro-auxines sur les Céréales. En confrontant alors ces résultats avec les données concernant la destruction des mauvaises herbes, il deviendra possible d'apporter une solution rationnelle au problème du désherbage des Céréales.

TABLEAU XXI

Schéma permettant de comparer la sensibilité des Céréales et des adventices à l'égard des hétéro-auxines désherbantes

C 0,25, C 0,5, C 1, etc. représentent des Céréales qui résistent respectivement à 0,25 kg, 0, 5,1 kg à l'hectare de sel de sodium du 2-4 D mais sont endommagées par des doses supérieures.

A 0,5, A 1, A 1,5 etc. correspondent à des adventices pouvant être détruites par des doses de sel de sodium du 2-4 D au moins égales à 0,5 kg, 1 kg, 1,5 kg à l'hectare.

Dose minimum de 2-4 D permettant la destruction des adventices	Catégories d'adventices	Catégories de céréales	Dose maximum de 2-4 D ne provoquant aucune réaction des céréales
0,5 kg à l'hectare	A 0,5	C 0,25	0,25 kg à l'hectare
1 —	A 1	C 0,5	0,5 —
1,5 —	A 1,5	C 1	1 —
2 —	A 2	C 2	2 —
5 —	A 5	C 5	5 —
10 —	A 10		
20 —	A 20		
50 —	A 50		

Cette solution nous pouvons déjà l'entrevoir d'une manière théorique, en nous appuyant sur les résultats actuels (tableau XXI). L'étude du comportement des Céréales nous a montré que leur sensibilité est très variable. Certaines résistent complètement à des doses de sel de sodium du 2-4 D de l'ordre de

[1] Un essai de ce type a déjà montré que l'ester éthylique du 2-4 D est beaucoup plus toxique que le sel de sodium (7).

5 kg à l'hectare (C 5), d'autres résistent à 2 kg (C 2). On peut penser que d'autres encore supportent une dose de 1 kg (C 1), 0,5 kg (C 0,5). Admettons enfin que les plus sensibles puissent supporter sans manifester aucune réaction une dose maximum de 0,25 kg (C 0,25). Figurons en regard de cette gamme de sensibilités une autre gamme correspondant aux plantes adventices (tableau XXI). Cette gamme doit être beaucoup plus étendue que celle concernant les Céréales. Certaines adventices par exemple la Moutarde ou le Radis sont jugulées par des doses de sel de sodium du 2-4 D ne dépassant pas 0,5 kg à l'hectare. D'autres au contraire, notamment *Avena bulbosa, Galium aparine,* etc. résistent remarquablement aux hétéro-auxines et il est peu probable qu'on puisse les détruire. même avec des doses largement supérieures à celles utilisées dans nos essais. Entre ces deux types extrêmes A 0,5 et A 50 on trouve toute une série d'intermédiaires correspondant à des adventices pouvant être détruites par des doses de 2-4 D de l'ordre de 0,5 kg, 1 kg, 2 kg, 5 kg à l'hectare, etc.

Après avoir ainsi défini ces deux échelles de sensibilités nous pouvons examiner comment se présente le problème général du désherbage.

Supposons pour simplifier les idées qu'un champ de Céréales soit envahi d'une seule espèce d'adventice. Deux cas peuvent se présenter. Ou bien la dose qu'il faudrait employer pour détruire l'adventice ne risque pas de provoquer de réaction de la Céréale ou bien elle peut l'endommager plus ou moins. Le premier cas se présente par exemple lorsqu'un champ d'une Céréale du type C 2 est envahi d'adventices des catégories A 2, A 1,5, A 1, ou A 0,5. Il est très facile de le résoudre puisqu'on peut employer une dose d'herbicide capable de juguler les adventices sans provoquer de dépression de la Céréale.

Le second cas paraît au contraire fort complexe ainsi que nous allons le constater au moyen de quelques exemples théoriques. Supposons tout d'abord qu'un champ de Céréales de type quelconque soit infesté d'une mauvaise herbe très résistante appartenant par exemple à la catégorie A 50. Pour détruire cette adventice il faut envisager de recourir à des doses d'hétéro-auxines capables d'endommager très gravement la Céréale. Il faut donc renoncer à traiter.

Supposons à présent qu'une Céréale assez sensible (C 1) soit envahie par une adventice appartenant à la catégorie A 5. On pourra être tenté de traiter au moyen de la dose limite correspondant à la Céréale c'est-à-dire en utilisant 1 kg à l'hectare de 2-4 D. Mais dans ces conditions l'adventice subira une dépression insuffisante. La Céréale n'aura pas souffert mais elle n'aura pas été débarrassée de la mauvaise herbe et l'opération se soldera par un échec. Cette pratique dont chacun reconnaîtra l'absurdité est fréquemment appliquée ; au cours de nos visites, nous avons plus d'une fois assisté à des traitements parfaitement illusoires dont les résultats négatifs étaient facilement prévisibles.

Toutefois, nous ne pensons pas qu'on doive renoncer à tout traitement dans l'exemple qui vient d'être évoqué. Pour prendre une décision il faudrait prévoir, d'une part la perte de rendement qui serait provoquée par la mauvaise

herbe et d'autre part celle qu'entraînerait l'application d'une dose d'hétéro-auxine capable d'endommager fortement les adventices. La confrontation de ces deux données fournirait l'élément de la décision. Pour préciser notre pensée, nous allons indiquer quelques chiffres. Supposons par exemple que la mauvaise herbe soit peu envahissante et qu'elle risque de provoquer une chute de rendement de quelques quintaux ne dépassant pas celle qu'occasionnerait à la Céréale l'application de la quantité d'hétéro-auxine nécessaire à la destruction de l'adventice (5 kg par hectare) ; il sera dans ce cas préférable de ne pas traiter.

Mais si l'on est en présence d'un peuplement dense d'une adventice très étouffante le problème se pose différemment. En laissant le champ évoluer spontanément, on peut craindre que la chute de rendement atteigne par exemple 70 ou 80 %. Si l'on traitait par la dose nécessaire à la destruction de l'adventice, cette chute importante de rendement serait remplacée par une autre chute résultant de l'action de l'hétéro-auxine sur la Céréale. Cette perte de rendement pourra être estimée et si elle est très inférieure à celle que risque de causer les mauvaises herbes, il sera avantageux de traiter.

Ainsi, bien qu'il s'agisse dans les deux cas de la même association Céréale-mauvaise herbe on aura intérêt à s'abstenir dans le premier et à traiter dans le second. Mais des cas intermédiaires peuvent se présenter et l'on pourra hésiter. Seule une grande expérience permettra de trouver la décision opportune.

On voit donc que dans l'ensemble la pratique du désherbage exige non seulement une connaissance approfondie du comportement des Céréales et des adventices mais aussi une appréciation très délicate en raison de la multiplicité des facteurs qu'il convient de considérer.

En réalité la sélectivité des hétéro-auxines désherbantes est insuffisante et seuls des techniciens avisés peuvent les manier avec sûreté. La recherche pourra faciliter la tache de ces techniciens en leur fournissant des éléments d'appréciation qui leur font encore défaut. Mais on ne peut espérer qu'il sera possible d'énoncer des règles à la fois simples et efficaces.

Pour finir nous croyons utile de souligner que même lorsque les conditions d'emploi du 2-4 D et du M. C. P. A. seront parfaitement établies, le problème général du désherbage n'aura pas reçu de solution définitive. L'efficacité de ces produits diminuera en effet à mesure que leur emploi se généralisera car l'élimination des adventices les plus sensibles : Moutardes, Ravenelles etc... laissera le champ libre à d'autres qui résisteront aux hétéro-auxines actuellement employées. Cette sélection provoquée par l'emploi du 2-4 D ou du M. C. P. A. s'opérera même au sein des espèces adventices et ceci aboutira à un accroissement progressif de la résistance des mauvaises herbes sensibles.

Cette hypothèse est d'autant plus plausible que BLACKMANN [1] a déjà démontré pour le Trèfle blanc que cette espèce est composée de plusieurs lignées présentant divers degrés de sensibilité aux hétéro-auxines désherbantes.

Pour remédier à cette inévitable adaptation des adventices aux désher-

[1] Communication verbale.

bants il faudra s'inspirer des directives qui président à l'étude des antibiotiques, c'est-à-dire créer de nouvelles substances capables de détruire les adventices devenues insensibles aux produits actuels.

Le désherbage demeurera donc longtemps encore un problème d'actualité.

VI. — RÉSUMÉ

Les observations faites au cours de précédentes expériences permettaient de penser que la résistance des Céréales à l'égard des hétéro-auxines désherbantes devait différer selon les variétés. L'étude de ce problème nécessitait deux séries de recherches : essais de comportement et essais comparatifs de rendement sur diverses variétés de Céréales.

La première partie de ce travail a porté sur l'étude du comportement de 106 variétés de Céréales réparties dans 20 stations à travers la France. Trois sortes de produits furent utilisés : Sel de Sodium du 2-4 D, Sel de Sodium du M. C. P. A., Ester éthylique du 2-4 D. Leur application a été réalisée soit sous forme liquide, soit sous forme solide, et les traitements effectués tantôt en préémergence, tantôt en post-émergence et, dans ce dernier cas, à des stades variés du développement des Céréales.

Dans la plupart des cas l'ester éthylique du 2-4 D s'est montré plus toxique pour les Céréales que le sel de sodium du 2-4 D. De plus la toxicité de l'ester éthylique du 2-4 D à l'égard des Céréales a manifesté des variations beaucoup plus larges que celles du sel de sodium.

Les sels de sodium du M. C. P. A. et du 2-4 D ont, par contre, présenté des activités comparables.

Les épandages de sel de sodium du 2-4 D ont montré que ce produit appliqué à l'état solide est généralement moins toxique pour les Céréales qu'à l'état liquide. Les variations d'activité de ces épandages de 2-4 D semblaient résulter de la pluviométrie et de la nature du terrain. L'adjonction de nitrate de sodium au 2-4 D solide a diminué de façon remarquable la toxicité de ce produit.

Les traitements de préémergence ont donné des résultats très variables selon les localités ; dans ce mode de traitement, l'ester éthylique du 2-4 D s'est toujours montré un peu moins toxique que le sel de sodium du 2-4 D. Le sel de sodium du M. C. P. A. fut parfois plus toxique que le sel de sodium du 2-4 D, ou d'autres fois moins toxique. Le M. C. P. A. en préémergence a même provoqué dans un cas une stimulation des Avoines. D'une façon générale, la toxicité du M. C. P. A. employé en préémergence a été d'autant moins forte que les terrains contenaient davantage de calcaire.

L'état des Céréales ayant subi des applications d'hétéro-auxines désherbantes a évolué fréquemment soit dans le sens d'une aggravation des réactions, soit au contraire dans le sens d'une amélioration. D'une façon générale les

variétés de Céréales ont résisté d'autant mieux à l'action toxique des hétéro-auxines qu'elles étaient cultivées dans les conditions les plus favorables au point de vue du sol et du climat.

Les réactions enregistrées sur les Blés d'hiver ont varié selon le stade de développement atteint par la Céréale au moment du traitement. La sensibilité était relativement forte au moment du tallage ; elle diminuait nettement au début de la montaison, puis passait par un maximum au moment du gonflement et décroîssait ensuite définitivement.

La comparaison des réactions des Céréales aux différents traitements a permis de classer les variétés en sept catégories depuis les plus sensibles, qui étaient endommagées par une dose de 2 kg à l'hectare de sel de sodium du 2-4 D, jusqu'aux plus résistantes qui réagissaient à peine sous l'action de doses de 10 kg à l'hectare. Les Céréales de printemps apparaissent dans l'ensemble plus sensibles que les Céréales d'hiver. Toutefois il existe des Orges et Avoines de printemps qui résistent aussi bien et même mieux que certains Blés d'hiver.

Le problème du désherbage correct des Céréales à l'aide d'hétéro-auxines apparaît donc comme fort complexe. L'augmentation de rendement escomptée par la suppression plus ou moins complète de la population d'adventices qui infestent une variété donnée de Céréale ne doit pas être compromise par la chute de rendement résultant de l'action dépressive de l'hétéro-auxine.

VII. — BIBLIOGRAPHIE

(1) BLACKMAN (G. E.). — Weed control in cereals by chemical methods. *Agriculture*, 53, 16-22, 1946.

(2) DENWARD (T.) et ÅBERG (E.). — Hormon derivat i kampen möt agräs. III. Fôrberande undersökningar, besprutnings-och bepudrings-försök. *Växtodling*, 2, 259-280 1947.

(3) DUFRENOY (J.). — Effets protecteurs du nitrate de potasse vis-à-vis des désherbants chimiques. *La Potasse*, 24, 165-167, 1950.

(4) HARVEY (W. A.) and ROBBINS (W. W.). — 2-4 D. as a weed killer. cir. 133. *Coll. of Agr. University of California*, Berkeley, 1947.

(5) LACROIX (L.). — Influence de certains produits désherbants sur la végétation de l'Avoine et du Lin. *Revue de l'Agriculture*, 2, 1-15, 1949.

(6) LONGCHAMP (R.) et GAUTHERET (R. J.). — Recherches sur le désherbage des champs de céréales au moyen des régulateurs de croissance. *Ann. Agronomiques*, 19, 380-410, 1949.

(7) LONGCHAMP (R.), ROY (M.) et GAUTHERET (R. J.). — Recherches sur l'action comparée de quelques désherbants sélectifs sur les céréales. *C. R. Ac. Sc.*, 232, 111-113, 1951.

(8) LONGCHAMP (R.), ROY (M.) et GAUTHERET (R. J.). — Action de quelques hétéro-auxines sur la morphogénèse des céréales *(sous presse)*.

(9) OSVALD (H.) et ÅBERG (E.). — Kampen mot ogräset. *Växtodling*, 4, 100-123, 1949.

(10) Research Report of the 5th Annual North Central Weed Control Conference. *Springfield*, Illinois, 1948.

(11) WILLIARD (C. J.), BEARD (D. F.) and SHAW (W. C.) — Chemical weed control in 1949. *Ohio State University.*, 10 pp., 1949.

DOCUMENTATION

GÉNÉRALITÉS

1. — Cytologie

EMSWELLER (S. L.) et STEWART (R. N.). — **Cytological identification of an interspecific hybrid in LILIUM.** (*L'identification cytologique d'un hybride interspécifique de Lilium*). *Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci.*, LVII, 411-413, 1951.

La morphologie des chromosomes somatiques chez le lis est suffisamment connue pour établir l'origine d'un hybride interspécifique dont les parents sont inconnus.

Ainsi l'auteur a identifié chez un hybride l'existence de certains chromosomes caractéristiques du *Lilium auratum* et d'autre part des chromosomes provenant de *Lilium Henryi*. Un des chromosomes de *Lilium auratum* n'était que rarement décelable dans l'hybride (une fois sur cent métaphases examinées).

STEWART a observé les nucléoles pendant les intercinèses chez l'hybride et a conclu qu'il y a ici une perte de fonction nucléolaire ; on voit en général 6 nucléoles secondaires et un septième nucléole n'apparaît que rarement.

J. M. C.

HERSKOWITT (I. H). — **The genetic basis of X-Ray induced recessive lethal mutations.** (Les bases génétiques des mutations létales récessives induites par les rayons X). *Genetics* XXXVI, 356-363, 1951.

Trois origines peuvent être invoquées pour la production de mutations létales récessives : la cassure suivie de réarrangement des chrosomomes, en elle-même, l'effet de position qui leur est consécutif, ou la mutation génétique simple. L'auteur discute une hypothèse antérieure qui néglige cette dernière origine et montre sur les chiffres alors utilisés par CATCHESIDE, HALDANE, LEA, que l'on doit au contraire la prendre en considération pour donner une interprétation satisfaisante des observations.

M. RIV.

LANE (G. R.). — **X-Ray fractionation and chromosome breakage.** (Traitement fractionné aux rayons X et fragmentation chromosomique), *Heredity*, V, 1, 1-53, 1951.

Des expériences réalisées sur le pollen de *Tradescantia* montrent que le fractionnement d'une dose de rayons X de 360 r. en deux fractions égales détermine une réduction de la fréquence des ruptures chromosomiques qui atteint son maximum pour un intervalle de quatre heures avec une valeur considérablement inférieure à deux fois celle de la demi-dose. Au delà de quatre heures les fréquences se relèvent jusqu'à une valeur légèrement inférieure à celle obtenue par l'irradiation continue, pour un intervalle de huit heures.

Ces résultats montrent que la réduction n'est pas due essentiellement à des modifications irréversibles telles que des restitutions se produisent dans l'intervalle des irradiations ; réunion et restitution doivent par conséquent se produire ordinairement plus de 8 heures après la rupture.

Le phénomène de réduction et de rétablissement ultérieur des fréquences de ruptures par la deuxième demi-dose, avec des intervalles croissants entre les deux fractions, est interprétable sur les bases suivantes :

1° *La radiation diminue la sensibilité à la rupture.*

2° *Cet effet est temporaire.*

Ceci pourrait donc résulter d'une accumulation d'acide nucléique sur les chromosomes à l'état quiescent, cette accumulation disparaissant progressivement.

Ce travail est complété par une analyse critique des travaux réalisés et des hypothèses émises sur ce sujet.

S. Es.

SANCHEZ-MONGE (E.). — **The stability of Isochromosomes.** (La stabilité des Isochromosomes). *An. Aula Dei.*, II, 2, 168-174, 1951.

A la suite d'une première étude sur l'origine des types subcompactoïdes apparaissant chez *Triticum vulgare* (SANCHEZ-MONGE et MAC-KEY, 1948). l'auteur a été amené à étudier certains processus aberrants de la méiose. Le comportement des univalents (SANCHEZ-MONGE, 1950 *a* et *b*) qui présentent accidentellement le phénomène de « misdivision » (DARLINGTON, 1939) consistant en la division transversale du centromère au cours de l'anaphase et donnant ainsi naissance à deux chromosomes télocentriques par univalent.

Ce présent travail porte sur l'isochromosome *Cil* (HUSKINS, 1940) des blés subcompactoïdes dont le génôme hypothétique peut se représenter de la manière suivante : (*40* + *C* + *Cil*). *Cil* est formé de deux bras longs du chromosome hétérobrachial *C* de *Triticum vulgare*.

Au cours de la méiose les chromosomes *C* et *Cil* peuvent s'apparier ou demeurer à l'état d'univalents donnant éventuellement lieu à une misdivision. La comparaison des fréquences (non significativement différentes) de misdivision chez ces deux chromosomes permet à l'auteur d'affirmer que l'instabilité du centromère de *Cil* est indépendante de son état d'isochromosome et résulte seulement du fait qu'il demeure fréquemment à l'état d'univalent.

L'auteur suggère l'existence de deux types de chromosomes télocentriques. Un premier type, relativement stable, résulterait de la perte d'un bras entier d'un chromosome à centromère médian ou submédian, tandis que l'autre type, instable, serait produit par misdivision et pourrait donner des isochromosomes par misdivision secondaire.

S. Es.

TJIO (J. N.) et HAGBERG (A.). — **Cytological studies on some X-ray mutants of Barley.** (Etudes cytologiques de mutations provoquées par les rayons X chez l'orge). *An. Aula Dei*, II, 2, 149-167, 1951.

Les auteurs ont étudié cytologiquement deux mutants érectoïdes apparus dans la descendance de graines traitées aux rayons X à Svalöf. Ils caractérisent les chromosomes de l'orge par le rapport de leur longueur à la longueur totale des chromosomes et le rapport des longueurs de leurs bras, mesurées dans chaque métaphase observée. Cette méthode leur permet de confirmer et de préciser les observations des méioses, qui révèlent des translocations réciproques, dans l'un des cas observés au moins, et situant le « gène » responsable au point où a lieu la translocation, dont il est inséparable par crossing-over. C'est là une premier travail d'approche vers la localisation des groupes de linkage sur les chromosomes de l'orge. Elle est intéressante puisqu'elle donne à la fois une méthode générale d'identification cytologique des chromosomes de l'orge et un premier matériel de recherche pour deux d'entre eux.

M. RIV.

2. — Génétique

CLAYTON (E. E.). — **Male sterile tobacco.** (La stérilité mâle chez le tabac). *J. Hered.*, XLI, 7, 171-175, 1950.

On connaît des cas de stérilité mâle chez le maïs, l'oignon, la betterave à sucre. Dans ces trois cas, la stérilité est due à l'action combinée d'un facteur cytoplasmique et d'un ou de plusieurs gènes. Chez le tabac la stérilité mâle apparaît lorsqu'on recroise l'hybride tétraploïde (*N. debneyi* × *N. tabacum*) par le parent mâle *N. tabacum*. Elle est complète dès le 3e recroisement. On l'a obtenu également dans le croisement *N. megalosiphon* par *N. tabacum*. Lorsqu'on recroise l'hybride *N. debneyi* × *N. tabacum* par *N. debneyi* utilisé comme parent mâle la stérilité disparaît. Elle disparaît également lorsqu'on recroise une plante hybride partiellement mâle stérile utilisée comme parent mâle par *N. tabacum*. L'auteur conclut que c'est l'incompatibilité entre le génome de *N. tabacum* et le cytoplasme de *N. debneyi* qui est cause de la stérilité mâle. Il semble qu'aucun facteur génétique n'entre en jeu.

J. MAR.

SMITH (H. H). — **Differential photoperiod response from an interspecific gene transfer.** (Variation des réactions photopériodiques résultant d'un transfert de gène interspécifique). *J. Hered.*, XLI, 8, 199-203, 1950.

L'auteur a croisé *Nicotiana rustica* par une lignée de *N. tabacum Mammouth* afin d'obtenir un développement abondant de feuilles, en jours longs, transmis par le gène récessif que W. GARNER et H. ALLARD avaient mis en évidence chez « Mammouth ». Après une série de recroisement (B C_4 F_6) par des plantes homozygotes (mm) ou hétérozygotes (Mm), le gène *Mammouth* a été transféré sur le génotype de *N. rustica*. Un tableau comporte l'analyse géno-

typique, le classement suivant les réactions photopériodiques et la nomenclature correspondant à différents croisements : 1° entre descendants *rustica-tabacum* ayant un gène *Mammouth* (R. T. M.) soit homozygotes, soit hétérozygotes et : *a*) R. T. M. *Mamm.* homoz. *b*) R. T. M. homoz. *c*) *rustica*. 2° entre *rustica* et R. T. M. homoz.

L'auteur indique également le classement à l'égard de la photopériode rapporté aux descendants autofécondés [(*rustica* × *tabacum*) Mm (*N. rustica*)], de la F_1 à la F_2. Les lignées à génotype résiduel *tabacum* ou *rustica* (MM et mm) ont fleuri en jours longs et en jours courts ; les *tabacum* mm ont fleuri en jours courts mais non en jours longs ; les *rustica* mm n'ont fleuri en aucun cas. L'auteur suppose l'intervention cumulative de gènes modificateurs. Il suggère l'utilisation du *rustica* « *Mammouth* » comme plante-test dans l'étude des substances déterminant la floraison.

B. S.

3. — Physiologie

CLARK (B. E.). — **Nature and causes of abnormalities in onion seed germination.** (Nature et causes d'anomalies dans la germination de graines d'oignon). *Corn. Univ. Exp. Sta.* Mem. 282, 27 p., 1948.

Des plantule anormales, à radicule très courte, apparaissent au cours de la germination de graines d'oignon.

Divers lots de semences, conservées dans diverses conditions de température et d'humidité, sont mises à germer en boîtes de Pétri, sous des éclairements variés. L'auteur observe une corrélation nette entre le nombre des plantules anormales et la température, et l'humidité au cours de la conservation des graines.

M. KER.

HYDE (E. O. C.). — **Methods for determining the viability of various seeds by Tetrazolium staining. I. Chewing Fescue.** (Méthodes pour déterminer la viabilité de différentes semences par le Tetrazolium colorant. I. Festuca rubra). *N. Zeal. J. Sci. Techn.*, XXXI, 1, 13-21, 1949.

Ce procédé permet d'estimer la faculté germinative dans un temps relativement court. Pour la fétuque rouge, 2 jours suffisent pour donner aux semences viables la coloration significative. Les graines sont tout d'abord trempées durant 16 heures dans un bain d'eau pure à 30°C., il convient ensuite de percer délicatement le péricarpe avec une aiguille à dissection afin de mettre les tissus de l'embryon au contact du colorant. La coloration s'obtient après 16 heures de trempage dans une solution bromurée de 2:3:5-triphényltétrazolium à 30°C. Les parties colorées sont les régions vitales de l'embryon. L'auteur a trouvé un coefficient de corrélation égal à 0,985 entre les résultats fournis par cette méthode et l'étude habituelle du pourcentage de germination.

L. Fx.

4. — Ecologie

HARTLEY (W.). — **The global distribution of tribes of the Gramineae in relation to historical and environmental factors.** (Répartition à travers le globe des tribus de graminées en relation avec les facteurs historiques et écologiques). *Austral. J. Agric. Res.*, I, 4, 353-373, 1950.

L'auteur étudie la répartition géographique, à l'échelle mondiale, des 6 principales tribus de graminées : *Agrosteae*, *Andropogoneae*, *Aveneae*, *Festuceae* *Eragrosteae*, *Paniceae*. Il essaye de mettre en évidence les facteurs d'ordre écologique, climatique et historique qui ont pu agir sur leur localisation.

Les *Aveneae*, groupe très hétérogène, étant mises à part, *Agrosteae* et *Festuceae* sont localisées principalement dans les régions froides ou tempérées ; les *Andropogoneae* et *Eragrosteae* dans les régions subtropicales sèches, les *Paniceae* dans la zone tropicale humide.

Andropogoneae et *Aveneae* ont été répandues par l'homme loin de leurs centres d'origines (facteurs historiques).

M. KER.

TIVER (N. S.) et CROCKER (R. L.). — **The grasslands of South-East South Australia in relation to climate soils, and Developmental history.** (Les herbages du Sud Est de l'Etat d'Australie du Sud en rapport avec le climat, les sols et l'histoire culturale). *J. Brit. Grassl. Soc.*, VI, 1, 29-79, 1951.

Après une brève étude du climat et des sols, l'auteur passe en revue 24 types de formations végétales de pâturages du Sud-Est de l'Etat de l'Australie du Sud. groupées par adaptation à une gamme pédologique de sols : « Rendzinas », sols de « Gilgai », Podzols argilo-siliceux, sables podzolisés, terres rouges, sables calcaires, sols volcaniques, sols de marais. Il s'intéresse surtout à l'évolution phytosociologique sous l'influence de l'homme par défrichements et semis d'espèces nouvelles.

Sur les sols podzolisés, la forêt claire à *Eucalyptus camaldulensis*, fait place après défrichement à une pâture naturelle à *Danthonia sp.*, *Themeda australis*, *Stipa setacea*, *Microlaena stipoïdes*. Par action du pâturage, *Themeda australis* régresse et des trèfles et graminées annuelles d'origines méditerranéennes, introduites, prospèrent : *Trifolium dubium*, *Hordeum maritimum*, *Bromus rigidus* et *mollis* notamment. L'évolution finale conduit à une formation à *Trifolium subterraneum*, *Phalaris tuberosa* dans les zones sèches, et dans les zones plus humides *Lolium perenne*, *Trifolium subterraneum*.

Sur sols de « Gilgai », la forêt primitive à *Casuarina Luchmanni* donne au terme de l'évolution une association trèfle souterrain —*Lolium rigidum*.

Sur sables podzolisés, la steppe primitive à *Banksia ornata* — *Xanthorrhaea australis* régresse en une formation houlque laineuse — trèfle souterrain.

Les « Rendzinas » portent une végétation naturelle de *Danthonia Semiannularis* — *Poa australis*, qui, par l'influence humaine, passe par les stades *Lolium rigidum* — *Melilotus indica*. Puis Ray-grass anglais — Trèfle fraise — *Phalaris tuberosa*, association vivace, stable.

Les sables calcaires sont caractérisés par l'association *Lagurus ovatus*—*Bromus madritensis*. L'auteur étudie enfin les fluctuations de la composition des divers groupements végétaux au cours de 5 années consécutives, montrant la grande variabilité des formations de plantes annuelles, envahies souvent dans des proportions considérables, mais très fluctuantes, par l'adventice *Cryptostemma calendulaceum*. Les formations de plantes pérennes présentent au contraire les avantages d'une plus grande stabilité et d'une grande résistance à l'invasion des adventices.

M. Ker.

5. — Statistique

Pearce (S. C.). — **The interpretation of uniformity trials.** (L'interprétation d'essais d'uniformité). *Annu. Rep. East Malling Res. Sta.*, 91-92, 1949.

Un essai comparatif, réalisé en Argentine, porte sur 2.500 pieds de vigne, disposés en un carré de 50 × 50 pieds, soit 48 × 48 en éliminant les lignes de bordure. Une table donne les coefficients de variabilité des rendements dans les parcelles disposées en carré latin : 6 × 6, 8 répétitions, 8 × 8, 6 répétitions, 12 × 12, 4 répétitions, 16 × 16, 3 répétitions, selon le nombre de traitements testés.

Si l'on désire le maximum d'information par parcelles, l'emploi de parcelles de grandes dimensions est recommandé ; mais si l'information par unité de surface est d'une grande importance, il faut utiliser, soit des parcelles élémentaires de faibles dimensions avec un grand nombre de répétitions, si les traitements testés sont nombreux, soit, dans le cas contraire, des parcelles assez grandes, avec peu de répétitions.

M. Ker.

7. — Techniques culturales

Appleton (J. M.) et Wynd (F. L.). — **A preliminary study of the application of the percentage yield concept to the response of forage crop to irrigation water.** (Etude préliminaire des possibilités d'application du concept de rendement proportionnel, à la réaction des fourrages à l'irrigation). *Sci. Agric.*, XXXI, 4, 139-151, 1951.

Un essai d'application de la loi du rendement proportionnel pour estimer l'effet de l'irrigation sur le rendement en matières sèches d'une culture d'avoine, et d'un mélange graminées-légumineuses, a été tenté, en 1948 et 1949. Les seuls résultats concluants ont été obtenus en 1949, avec la culture d'avoine. En général, les cultures fourragères répondent à l'irrigation d'une manière 3 fois plus marquée qu'aux engrais, d'après les résultats de 1948.

Des fumures au superphosphate et à la potasse, sans adjonction d'eau, se sont révélées sans effet sur les rendements en matières sèches.

J. Re.

Bywater (T. L.). — **The place of the ley in farming systems.** (La place des cultures fourragères dans l'assolement). *J. Brit. Grassl. Soc.*, VI, 1, 1-10, 1951.

L'auteur emploie le terme « ley » pour tout mélange de graminées ou légumineuses établi sur la ferme et ne restant pas en place plus de 5 ans. En Angleterre, le plus souvent, 50 % des terres cultivables sont maintenues en prairies permanentes ou bien, et c'est le cas le plus fréquent, la rotation fait entrer un fourrage annuel dans un cycle de 4, 5 ou 6 ans. Il convient de généraliser une culture alternée se présentant par exemple comme celles que l'auteur a installées dans le comté d'Aberdeen, à savoir : rotation de 6 ans comprenant une prairie pendant 3 ans, puis : avoine, pommes de terre, orge ou avoine. Les essais effectués semblent prouver que la valeur économique d'un fourrage doit être plutôt évaluée en pouvoir énergétique qu'en valeur protéique. Trois coupes par an fourniraient le maximum de valeur énergétique d'un mélange du type « Cockle Park ».

L. Fx.

DAVIS (A. G.). — **Leys on the Cotswolds.** (Essais de prairies dans les Cotswolds). *Farming*, II, 8, 6 p., 1948.

La « Grassland Improvement Station « (Angl.) acquit en 1942 une ferme de 450 ha environ, dans les « Cotswolds Hills ». Cette exploitation est destinée à l'expérimentation agricole : essais de céréales et fourrages. Au début, il était donc nécessaire de déterminer les besoins des différentes soles en éléments fertilisants et ensuite d'envisager leur homogénéisation. Les renseignements furent acquis soit à l'aide de cultures-témoins, soit par l'interprétation des résultats d'essais complexes : fourrages et doses d'engrais variables. Il fut alors possible de déterminer les besoins critiques des différentes plantes, des différents sols et les époques d'utilisation des éléments fournis. Des analyses de prairies faites dans la cinquième année après le semis ont mis en évidence l'action des phosphates, de l'azote et de la potasse sur des mélanges divers. Un semis sur vieille pâture du mélange : 3/7 ray-grass anglais 3/7 ray-grass italien, 1/7 trèfle, n'a obtenu la meilleure proportion d'installation que grâce à 12 quintaux de scories à l'hectare. Des apports de superphosphates sur un trèfle semé en avril sans orge se sont avérés sans effet la première année d'exploitation quand ils étaient appliqués après décembre. Le trèfle violet a pu servir d'indicateur des besoins en potasse. Le dactyle *S. 37* exigeait 5 quintaux de sulfate d'ammonium sur sol léger et 7,5 quintaux sur sol lourd.

L'auteur expose les essais qui permirent de déterminer les mélanges efficaces dans les conditions particulières de cette ferme expérimentale.

L. Fx.

EWING (J. A.). — **Irrigated pasture for dairy cows.** (Pâture irriguée pour vaches laitières). *Bul. Un. Ten. Agric. Expt. Sta.*, 216, 1950.

Des essais préliminaires d'irrigation sur prairies à base de *Cynodon dactylon*, n'ont pas donné de résultats intéressants, l'appétence du fourrage produit étant insuffisante.

Après semis d'une prairie à base de Pâturin, Agrostis et Trèfle blanc, des arrosages ont été effectués, fournissant en moyenne 300 mm d'eau par an, par doses de 50 mm épandues aux moments où le tapis végétal commençait à se dessécher.

Sur les parcelles arrosées, la production laitière a été augmentée de 40 %, l'augmentation étant surtout sensible en saison sèche.

J. RE.

SHACKLADY (C. A.) et NEWBOUND (P.). — **Preliminary investigations on ley cropping for large scale green-crop drying.** (Recherche d'un projet de production de prairies temporaires pour séchage artificiel). *J. Brit. Grassl. Soc.*, VI, 1, 19-28, 1951.

Les auteurs ont recherché la possibilité d'une production de fourrages aussi continue que possible durant l'année afin de justifier l'emploi de matériel de séchage artificiel. Des essais sur l'écart entre coupes successives de prairies permanentes ont permis de constater que l'optimum de rendement poids-protéines est obtenu avec 5 semaines d'écart entre coupes pour les mélanges de graminées et 6 à 8 semaines pour luzerne et luzerne-dactyle. Le tableau de production publié permettrait de récolter du fourrage de mi-avril à mi-septembre sur les prairies temporaires ce qui, joint à des récoltes de fourrages annuels, pourrait alimenter un séchoir artificiel pendant près de 10 mois par an. Un tel séchoir devrait pouvoir évaporer 6 à 8 tonnes d'eau par heure.

L. Fx.

VERDEYEN (J.). — **Le problème de la fumure des prairies pâturées** (*Med. van. de Land. eu de Opzo. van de St. te Gent*). XV, 22, 43-457, 1950.

Une fumure déséquilibrée, surtout pour les éléments de chaux et potasse, provoque des accidents graves : tétanie parfois mortelle.

Les exportations animales de potasse et acide phosphorique ne sont que temporaires

car ces éléments se retrouvent presque complètement dans les excréments, et sont peu fixables dans le sol.

Après ces considérations, l'auteur préconise comme fumure optima annuelle : pour des pâtures exploitées intensivement :

120 unités d'azote, 60 unités d'acide phosphorique, 60 unités de potasse

pour des priairies fauchées produisant 10 tonnes de matières sèches à l'ha. :

270 unités d'azote, 160 unités d'acide phosphorique, 320 unités de potasse.

Ces fumures doivent être fournies en plusieurs fois. J. Re.

Zrn (F.). — **Versuche über praktische Wiesendungüng.** (Essais sur la fumure pratiques des prairies). *Ver. der. Bund. für alp. Landw. in Admont*, 4, 69-87, 1951.

Des essais de fumure ont été poursuivis pendant 4 années, sur une bonne et une mauvaise prairies. Les fumures faibles employées étaient constituées de la manière suivante :

1re année : fumier de ferme et 40 kg d'azote à l'ha.

2e année : chaux et 60 kg de potasse, 40 kg d'acide phosphorique à l'ha.

3e année : purin et scories 40 kg d'acide phosphorique à l'ha.

4e année : fumure minérale complète : 40 kg d'azote, 40 kg d'acide phosphorique, 60 kg de potasse.

Une autre dose de fumure à forte dose était constituée par la même quantité de fumure naturelle, en provenance de la ferme, additionnée d'une double dose de fumure minérale.

Après 4 années d'observations, les résultats suivants ont été observés :

1° pas de modification sensible de la flore, en ce qui concerne la fréquence des graminées, légumineuses et mauvaises herbes, ces dernières étant plus abondantes sur les parcelles ayant reçu différentes fumures ;

2° la teneur en matières nutritives des fourrages récoltés sur la mauvaise prairie était généralement un peu supérieure. Aucune différence nette de teneur en matières nutritives n'a pu être mise en évidence entre les fourrages récoltés sur des parcelles ayant reçu différentes fumures ;

3° une analyse du sol, après les 4 années d'essai, ne fait apparaître aucun enrichissement net de celui-ci ;

4° en moyenne, l'augmentation de rendement notée sur les parcelles varie de 63 % à 126 %, respectivement pour les faible et forte fumures. J. Re.

9. — Technologie

Brown (W. O.). — **Composition and quality of grass silages made in Northern Ireland.** (Composition et qualité des ensilages de graminées faits en Irlande du Nord). *J. Brit. Grassl. Soc.*, V, 3, 225-235, 1950.

Des analyses de matière sèche, protéine, pH ainsi que des relevés de qualité, couleurs et odeurs sont condensés et interprétés dans cet article qui porte sur un grand nombre d'échantillons prélevés en Irlande du Nord de 1940 à 1948. Les principales constatations faites sont les suivantes : les fourrages ensilés plus tardivement sont plus riches en protéines. Il existerait une relation entre le pH, l'odeur et la couleur des ensilages, la couleur brune étant en relation avec un pH très acide.

Il existe une corrélation très significative (—0,42), entre le pH et la teneur en matière sèche. M. Ker.

Dawson (J. E.) et Musgrave (R. B.). — **Effect of the moisture Potential on occurence of mold in hays.** (Effets de l'humidité potentielle sur l'apparition de moisissures dans le foin). *Agron. J.*, XLII, 6, 276-281, 1950.

Les auteurs se sont livrés à une étude systématique des différents facteurs intervenant dans la bonne conservation des foins.

Ils distinguent d'abord l'humidité potentielle d'une substance en équilibre avec son milieu et son pourcentage en eau ; ils exposent ensuite les techniques expérimentales utilisées dans leurs recherches : dessiccations, inoculations, hydratations.

Ils formulent les conclusions suivantes : le potentiel d'humidité est généralement le même pour tous les foins, mais diminue en raison inverse de la durée de conservation. Les teneurs en eau, au contraire, diffèrent avec l'origine de la récolte. Le temps requis pour l'apparition des infections dans un matériel de potentiel donné ne serait pas lié aux qualités propres du fourrage. Quant aux populations de moisissures, beaucoup demeurent latentes dans le foin séché à l'air mais sont capables de prolifération après hydratation.

C. Mo.

MARTIN (J.) et REYNTENS (N.). — **De bruickbaarheid van Sulfaminezuur als sileermiddel.** (Utilisation de l'acide sulfamique dans l'ensilage). *Med. van de Land. en de Opzo. van de Staat te Gent.*, XV, 2, 424-441, 1950.

D'après A. I. VIRTANEN, l'acide sulfamique (NH_2 SO_3 H) est intéressant à utiliser pour l'ensilage, car sa manipulation est sans danger ; il est sous forme cristallisée. L'ensilage obtenu est de bonne qualité, si l'on n'utilise que 7 équivalents gr. d'acide par 100 kg de fourrage vert ; il provoque des diarrhées si la dose de conserveur est portée à 14 équivalents gr. L'effet acidifiant du silage consommable est moins marquée que lorsqu'on utilise l'acide sulfurique.

J, Re.

CULTURES SPÉCIALES

1. — Céréales

BRIGGS (F. N.) et HOLTON (C. S.). — **Reaction of wheat varieties with known genes for resistance to races of bunt** *Tilletia caries* **and** *T. foetida*. (Réaction de variétés de blé dont les gènes de résistance à diverses races de carie *Tilletia caries* et *T. fœtida* sont connus). *Agron. J.*, XLII, 10, 483, 486, 1950.

Les essais poursuivis de 1945 à 1949 concernent 12 variétés de blé dont les gènes de résistance à *T. caries* se répartissent ainsi : *M.* de *Martin*, *H.* de *Hussar*, *T.* de *Turkey*, *R.*de *Rio*, *x* et *y* (ceux-ci donnent une faible résistance). Les auteurs ont testé les réactions variétales à 25 des races classées, depuis 1937, par C. S. HOLTON. Les diverses races (T = *T. caries*, L = *T. foetida*). figurent dans différents groupes suivant les gènes qui les contrôlent

1° T1, T-2 (sauf dans le cas de *Hussar*, la résistance à T-2 est faible. T-9, T-10, L-1, L-2 : gènes *M* et *H*.

2° T-3, T-11, T-16, L-3, L-8, L-10 : gène *M*.

3° T-4, T-6, T-12, et L-4 : gène *H*.

4° T-5, T-7, T-8, T-15, L-5, et L-7 : ni gène *M* ni gène *H*.

5° T-3 et T-9 : gène M_2, attribué par l'auteur à *Martin* (M M_4) et à *Odessa*.

6° T-14 : gène M_1 ou *H*.

7° Enfin l'ensemble des races inhibées par les gènes *R* (*Rio*) et *T* (*Turkey*) sauf T-16 et L-8.

L'auteur conclut en indiquant l'application pratique de ses travaux, dans la sélection comportant des croisements à partir des variétés ayant les gènes de *Martin* et ceux de *Rio* ou de *Turkey* ; la résistance des lignées est testée par les races T-16 ou L-8 (présence de M) et par l'une des autres races (gène *T* ou *R* mis en évidence). Ainsi, la sélection *C. I.* 12242 (= *Rio* × *Rex*) est résistante aux 25 races envisagées.

B. S.

KOO (K. S.) et AUSEMUS (E. R.). — **Inheritance of reaction to stem rust in crosses of** *Timstein*, **with** *Thatcher*, *Newthatch* **and** *Mida*. (Hérédité de la résistance à la rouille noire dans des croisements entre *Timstein*, *Thatcher*, *Newthatch* et *Mida*). *Agron. J.*, XLII, 4, 194-201, 1951.

L'objet de cette étude est de préciser l'hérédité de la résistance à la rouille noire chez le blé, au stade plantule et à l'état adulte.

Timstein — (*T. timopheevi* × *Steinwedel* (*vulgare*)) variété immune aux rouilles noire et brune, a été croisée avec *Thatcher*, *Newthatch* et *Mida*, variétés résistantes à certaines races, sensibles à d'autres.

Tous les hybrides, au stade plantule et adulte, se sont montrés sensibles à la race 15 B comme les parents.

En plein champ, le caractère résistance s'est révélé à hérédité bifactorielle (*Timstein* × *Thatcher*) ou monofactorielle (*Timstein* × *Newthatch* et *Timstein* × *Mida*). Au stade plantule, la transmission du caractère, dans les trois croisements, a été monofactorielle, la résistance étant dominante. De plus, les auteurs ont pu montrer que chez *Timstein* et chez *Thatcher*, un seul couple de gènes était responsable de leur résistance à de multiples races.

C. Mo.

MAC KEY (J). — **Neutron and X. Rays experiments in Barley.** (Essais de Neutrons et de rayons X sur l'orge). *Hereditas*, XXXVII, 3, 420-459, 1951.

Trois séries d'expériences réalisées à Svalöf en 1947, 1948, 1949 portent sur des irradiations de semences d'orge, variété *Bonus*, par des neutrons et des rayons X. L'auteur étudie

les effets biologiques de ces radiations, notamment la production de mutations, létales ou non. Les semences sèches, même irradiées au maximum, germent normalement, mais la croissance à la germination est d'autant plus faible que la dose d'irradiation a été plus forte. A énergie d'ionisation égale, les neutrons ont une action plus marquée que les rayons X. L'auteur note une relation évidente entre la stérilité des plantes en première génération et la dose d'irradiation qui va jusqu'à 20.000 unités r. pour les Rayons X, et 14.200 unités dis pour les neutrons.

Les semences irradiées après trempage de 24 heures montrent une sensibilité accrue aux rayons X ; mais une résistance plus élevée à l'action des neutrons, phénomène causé très probablement par le grand pouvoir absorbant de l'eau vis-à-vis des neutrons.

En seconde génération, les mutations chlorophylliennes sont observées.

Les mutations ont une fréquence croissant avec l'irradiation, plus grande pour les semences gonflées au préalable que pour les autres. Les neutrons, à énergie égale, ont une plus grande action mutagène. L'auteur ne relève aucune corrélation entre les degrés de stérilité en première génération et les taux de mutations chlorophylliennes en seconde génération.

M. Ker.

Malcolm (J. P.). — **Classification of barley varieties in New-Zealand.** (Classification des variétés d'orges en Nouvelle-Zélande). *N. Zeal. J. Sci. Tech.*, A, XXX, 6, 305-328, 1949.

L'auteur cite d'abord les chercheurs qui ont traité avant lui de la classification des orges et donne le système linnéen qu'ils ont créé, décrivant dans *Hordeum sativum* six sous-espèces ou races, d'après les caractères de l'épi.

Il a étudié au champ d'expérience les 17 variétés décrites et confirmé ses observations dans les régions principales de culture de l'orge en Nouvelle-Zélande. Il donne ensuite une description détaillée des différentes parties de la plante, puis des caractères descriptifs de comportement général et morphologique, avec de nombreux croquis et photographies. Les caractères quantitatifs mesurés par trois classes d'intensité ne sont utilisés que comme caractères d'appoint.

Les 17 variétés décrites sont : orges à 2 rangs : *Chevalier, Gisborne, Golden Archer, Goldthorpe Spratt, HH 12 culture 9, Kénia, Pioneer, Plumage Archer, Pryor, Research, Spratt Archer, Victory*, orges à 6 rangs : *Cape, Black Skinless, Newal, Wong, Prefect.*

La plupart sont des orges de printemps (sauf *Pioneer* et *Nong*) et d'origine étrangère (sauf *Gisborne*).

Enfin l'auteur fournit trois clefs de détermination basées sur des caractères morphologiques de la plante avant levée, après épiaison, et du grain.

M. Riv.

Lonnquist (J. H.). — **The effect of selection for combining ability within segregating lines of corn.** (Effet de la sélection pour la faculté d'association à l'intérieur de lignées de maïs en ségégration). *Agr. J.* XLIII, 10, 503-508, 1950.

L'auteur se propose de déterminer si, au cours de la recherche de lignées autofécondées de maïs pour la production d'hybrides, il est avantageux de faire ou non une sélection précoce pour la faculté d'association. Il est parti de deux groupes de familles, choisies parmi les F_1 de 36 plantes de départ, l'un à faible faculté d'association, l'autre à grande faculté d'association. A l'intérieur de chaque famille, et sur la base de « top-crosses », il retient à chaque génération une plante à grande faculté et une à faible faculté, réalisant ainsi jusqu'à la quatrième génération une sélection divergente.

Il résulte que :

— la sélection pour la faculté d'association est efficace ;

— pour chaque famille (en faisant la moyenne des deux lignes divergentes) la faculté d'association reste sensiblement la même ;

— les courbes de variation de la faculté d'association dans chaque sens au cours des générations sont sensiblement parallèles pour les deux groupes de familles.

Il semble donc que la sélection opérée dès le départ permette de retrouver au terme de l'opération une proportion plus grande de lignées à grande faculté d'association qu'en opérant au départ un échantillonnage au hasard.

M. RIv.

Richey (F. D.). — **Corn Breeding.** (Amélioration du maïs). *Advances in genetics*, III, *Acad. press*, 160-192, 1950.

L'auteur rappelle d'abord les anciennes méthodes utilisées, qui furent exposées par Richey (1922-1927) puis par Hayes et Immer (1947) : sélection massale, hybridation variétale, méthode « un épi par rang ». Ces méthodes restent toujours à la base de toute sélection avant la production de lignées « inbred ».

1. — *Production de graines hybrides* : Basée sur la constitution de lignées « inbred »

(5 ou 6 générations d'autofécondation) et la réalisation de « doubles croisements » pour obtenir un rendement suffisant en graines commerciales. Le choix des lignées, essentiel, se fait à plusieurs stades.

— Dès la S_1, première génération autofécondée, au moins 5 % des lignées peuvent être éliminées.

— En S_3 et S_4, on a intérêt à pratiquer une élimination en effectuant des croisements tests avec une lignée déterminée (SPRAGUE). Certains auteurs (JENKINS, SINGLETON et NELSON) proposent une élimination plus précoce en S_2 ou S_3.

— Détermination de la « combining ability » c'est-à-dire de la valeur des hybrides obtenus à partir d'une lignée « inbred » déterminée. Il y a deux méthodes principales servant de tests en vue de croisements entre lignées issues :

1° D'une même famille : « top-cross » avec un des parents.

2° De familles différentes (le plus courant) : « single-cross » ou croisement inbred-variété, soit avec une lignée soit avec une variété déterminée.

2. — *Méthodes génétiques* : En étude actuellement, elles tendent à permettre l'identification des gènes supérieurs. DOBZHANSKY, BURNHAM emploient des méthodes spécifiquement génétiques : utilisation d'inversions, de marqueurs, de translocations.

HULL (1945) propose une méthode par récurrence :

1° Autofécondation de quelques plantes (100 par exemple).

2° Tests de la S_1.

3° Croisements des meilleures lignées, entre elles (« inter-crossing »).

4° Répétition du cycle en utilisant les meilleurs produits.

On analyse ainsi systématiquement le matériel génétique.

3. — *Amélioration progressive de lignées « inbred »*.

On possède déjà une gamme importante de ces lignées. Pour en créer de nouvelles réunissant les qualités propres à plusieurs lignées différentes, on opère généralement des croisements convergents simples ou multiples. On effectue des « top-cross » pendant 5 ou 6 générations, en conservant du parent récurrent la qualité recherchée : résistance à une maladie, précocité, etc.

On peut d'abord créer un mélange d'un plus grand nombre de variétés, à l'intérieur duquel on opérera une sélection dans une direction déterminée.

E. POC.

STRINGFIELD (G. H.). — **Heterozygosis and ybrid Vigor in Maize.** (Hétérozygotie et vigueur hybride chez le Maïs). *Agron. J.*, XLII, 3, 145-152, 1950.

Quatre lignées autofécondées de maïs ont été combinées dans différents croisements :

a) croisements de non-hétérozygotes : lignée autofécondée croisée par elle-même.

b) croisements de 50 % d'hétérozygotes : F_2 d'hybrides simples et recroisements.

c) croisements de 75 % d'hétérozygotes : F_1 de simples croisements — de croisements à 3 voies — de doubles croisements.

La vigueur a été mesurée par le *rendement en grains*, *la précocité de floraison*, et la hauteur du nœud portant l'épi.

Ces trois tests peuvent être utilisés séparément mais semblent surtout se compléter.

— Le rendement en grains représente bien la vigueur mais peut être influencé par des facteurs du milieu difficilement contrôlables.

— Il semble y avoir corrélation entre la différence de précocité de floraison de deux groupes et leur différence de vigueur.

— La hauteur du nœud portant l'épi est une bonne appréciation de la vigueur, mais elle paraît plus significative dans la zone de faible vigueur.

Une condition nécessaire mise en évidence par l'auteur, à l'emploi de ces deux derniers tests, est que ni la précocité, ni la hauteur du nœud portant l'épi ne dépendent de facteurs dominants. Les recroisements se sont montrés significativement supérieurs aux F_2, ainsi que les simples croisements et recroisements à trois voies vis-à-vis des doubles croisements.

Les résultats indiquent une diminution de vigueur entre la F_1 et la F_2. Cette décroissance explique la vigueur supérieure des recroisements par rapport aux F_2 ; ils posséderaient la distribution la plus régulière des gènes dominants à haut degré d'efficacité moyenne. Ceci pourrait aussi rendre compte de la faible supériorité des hybrides simples et à trois voies sur les hybrides doubles.

Un fait reste inexpliqué, la grande différence de rendement en grains entre les F_1 et leurs parents en lignées autofécondées. L'auteur suppose que ceci résulte :

— ou bien de la réunion de gènes dominants favorables.

— ou bien d'une forte interaction entre dominants non allélomorphes.

— ou bien encore du degré d'hétérozygotie en soi.

H. TOU.

2. — Plantes sarclées

ARCHIMOVISTCH (A.). — **Control of pollination in sugar beet.** (Le contrôle de la pollinisation chez la betterave à sucre). *Bot. Rev.*, XV, 9, 613-628, 1949.

Etude de la biologie florale de la betterave et des techniques d'autofécondation ou d'hybridation. Contrairement à l'opinion courante, la betterave n'est pas protandrique. La floraison dure au moins un mois. Les anthères éclatent au moment où les fleurs s'ouvrent ; cinq heures plus tard 94 % des grains de pollen qui sont sur les stigmates ont germé. L'agent principal de la pollinisation est le vent, bien que de nombreux insectes puissent jouer un rôle mal défini. Le pollen peut être transporté verticalement à environ 2.200 m et horizontalement à environ 4.500 m. Bien que l'allogamie prédomine, le degré d'autostérilité est très variable et il existe des lignées nettement autofertiles. Pour l'autofécondation, on utilise des toiles ou des sacs en parchemin. Par grand vent, les toiles en coton peuvent laisser passer le pollen dont les dimensions varient de 16 à 25 μ. Dans ce cas, la proportion d'hybrides observée varie de 0,5 à 15 % suivant les expériences. Lorsqu'on utilise les sacs en parchemin on doit détruire le pollen étranger avant de placer les sacs, en mouillant les branches. Lorsqu'on isole de petits groupes de porte-graines, il faut laisser une distance de 200 m entre les groupes ce qui correspond en moyenne à moins de 1 % d'hybrides dans la descendance. Avxc des écrans de chanvre, on peut se contenter de 12 m, entre les groupes. Entre les champs de porte-graines, il doit y avoir 4 à 5 km.

Lorsqu'on place deux plantes côte à côte, sans castration, le pourcentage d'hybrides dans la descendance varie de 70 à 96, 6 %.

J. MAR.

BAERECKE (M. L.). — **Erfahrungen mit** *Physalis Floridana RYDB* **und** *Physalis angulata L.* **als Testpflanze für das Blattrollvirus der Karoffel.** (Expériences sur Physalis floridana RYDB et Physalis angulata L. en tant que plantes-tests pour le virus de l'enroulement de la pomme de terre). *Züchter*, XX, 3-4, 9-102, 1950.

Deux espèces appartenant à la famille des Solanées, *Physalis angulata* et *Physalis floridana* répondent à une contamination par le virus de l'enroulement de la pomme de terre pour les symptômes très caractéristiques liés toujours à une nécrose du liber.

L'infection se fait par pucerons, chez *Physalis angulata* sur plante âgées de 4 semaines et les symptômes sont visibles 15 jours après ; chez *Physalis floridina* l'infection peut se faire au stade des deux premières feuilles et les symptômes sont visibles 8 à 10 jours après. Dans ce dernier cas la plante se caractérise surtout par un nanisme très prononcé.

Au point de vue pratique, on obtient un pourcentage d'infection qui peut atteindre 100 % en laissant les pucerons 3 jours sur les feuilles du plant de pomme de terre à tester et 3 jours sur *Physalis*. Le nombre de pucerons est réduit à 3 pour limiter les dégâts causés à la plante par la succion des jeunes feuilles qui rendent difficile l'observation des symptômes de l'enroulement.

P. PEREN.

ROEMER (T. H.). — **Sortenpürfung der Zuckerrüben in Deutschland seit 1920.** (Expérimentation variétale des betteraves sucrières en Allemagne depuis 1920). *Kuhn-Archiv.*, LXII, 1-63, 1949.

L'exposé traite des buts et problèmes de l'expérimentation en matière de betteraves sucrières. D'importants essais ont été pourvuivis depuis 1920, tant par les organismes officiels que par ceux de l'industrie sucrière en Allemagne.

Des essais variétaux font apparaître les différences existant entre les variétés mises au commerce par les sélectionneurs, leurs modifications relatives à travers le temps, et leur faculté de rendement et d'adaptation à tel ou tel mode cultural.

L'organisation d'un réseau d'essais expérimentaux comprend l'étude des caractéristiques climatiques de chaque région, celle des dispositifs adoptés : carrés latins et méthode blocs *Mitcherlich*, forme, dimensions des parcelles, analyses et interprétations des renseignements obtenus.

Les données portent sur 20 années de travaux ; l'auteur cite l'importance du nombre des variétés, les progrès obtenus dans la sélection des types *Z*, *N*, *E*, le rendement brut total, la teneur en sucre et le rendement en sucre/hec.

Des tableaux indiquent les résultats obtenus avec un grand nombre de variétés et en rapport avec les caractères mentionnés. Un tableau groupe notamment les augmentations de rendements en sucre, constatées pour les deux périodes de 1925-1928 et 1935-1940. Les

pourcentages des rendements en sucre comparés à ceux de 1925-1928 sont effectivement assez élevés pour les variétés citées et soulignent bien l'efficacité de la sélection.

Dans le jugement de la valeur intrinsèque des variétés, on doit envisager le comportement des caractères de résistance à la montée, aux maladies, à la sécheresse, à l'humidité, au froid, puis le rendement. L'adaptation des variétés, leurs possibilités d'extension dans d'autres pays, l'augmentation ou la diminution de rendement en fonction des multiples facteurs variétaux et climatiques sont aussi considérés.

Les conclusions émises portent sur l'orientation à donner aux travaux à poursuivre dans l'avenir, ainsi que des considérations d'ordre économique portant sur la production comparée du sucre de betteraves et du sucre de canne dans le monde.

J. Mi.

3. — Plantes oléagineuses

Claassen (C. F.), Ekdahl (W. G.) et Severson (G. M.). — **The estimation of oil percentage in safflower seed and the association of percentage with hull and Nitrogen percentage, seed size, and degree of spininess of the plant.** (Estimation du pourcentage d'huile dans les graines de Carthame et rapports de ce pourcentage avec les enveloppes, le pourcentage d'azote, la grosseur des graines et le degré d'échinulation). *Agron. J.*, XLII, 10, 478-482, 1940.

Anfin de vulgariser la culture du carthame dans les régions sèches des Etats-Unis, les auteurs ont sélectionné des lignées inermes à haute teneur en huile ; ils ont utilisé pour cela diverses méthodes d'estimation du pourcentage d'huile permettant une étude rapide des descendances de croisements faits entre parents inermes à faible teneur en huile et parents épineux à forte teneur en huile. Ces méthodes sont détaillées dans l'article. On donne les coefficients de corrélation entre les pourcentages obtenus par ces estimations et les pourcentages considérés comme vrais, obtenus par l'extraction avec solvant (Méthode de Goldfish). Ces coefficients de corrélations sont respectivement de + 0,93 et de + 0,90, pour l'estimation du pourcentage d'huile par le simple aspect extérieur des graines et l'impression de dureté donnée par le sectionnement au scalpel et l'aspect général de 2 gr de graines finement broyées et mises en comparaison avec des témoins à pourcentage d'huile connus. Pour environ 75 % des échantillons on a estimé le pourcentage d'huile réel à 2 % près. Les auteurs ont trouvé des coefficients de corrélations significatifs de + 0,22 entre les pourcentages d'huile et la grosseur des graines, et de + 0,20 entre le pourcentage d'huile et le degré d'échinulation. Ils ont obtenu des corrélations négatives significatives de — 0,77 et — 0,81 entre les pourcentages d'huile et les pourcentages d'enveloppe pour les deux descendances d'hybrides F_2 étudiées. L'étude poursuivie en F_3 chez l'un des hybrides pour 9 plantes à haut rendement en huile et bas pourcentage d'enveloppe a donné des coefficients de corrélation hautement significatifs de + 0,83 entre les pourcentages d'huile des 9 plantes et le pourcentage d'huile de leur descendance, et de — 0,91 entre le pourcentage moyen d'enveloppe et le pourcentage moyen d'huile pour les plantes en F_2 issues des 9 plantes sélectionnées en F_2. Il existait une corrélation négative de — 0,34 entre le pourcentage d'azote et le pourcentage d'huile. Les auteurs concluent en montrant l'importance de l'estimation du pourcentage d'huile d'après les caractères morphologiques, permettant l'élimination rapide des types à faible teneur en huile, avant de procéder à l'analyse par les solvants.

S. C. Y. St.

Schwanitz (F.). — **Untersuchungen an polyploiden pflanzen. VII. Ueber das Wachstum von diploiden und autotetraploiden Keimpflanzen von gelben Senf** (*Sinapis alba L.*) **und Sprengelrübsen** (*Brassica rapa var : Oleifera M.*). (Recherches sur les plantes polyploïdes. VII. Sur la croissances des plantules diploïdes et tetraploïdes de moutarde blanche (*Sinapis alba*) et de navette (*Brassica rapa var. oleifera Metzger.*), *Züchter*, XX, 5-6, 131-135, 1950.

La croissance des plantes diploïdes et tétraploïdes peut être très variable selon les genres, espèces et variétés considérées. Pour certaines espèces ou variétés, la croissance des pousses principales des polyploïdes peut être ralentie par rapport à celle des diploïdes correspondants Les formes tétraploïdes de la lignée « eosin » d'*Impatiens balsamina* possèdent des pousses plus courtes, mais les tétraploïdes de la lignée « weinrot » sont au contraire plus longues ; il en est de même pour le nombre de feuilles.

Les navettes tétraploïdes examinées possédaient des pousses plus longues que pour les diploïdes ; les moutardes tétraploïdes, d'autre part, se comportent à l'inverse.

Les recherches morphologiques et physiologiques portent aussi sur la croissance des racines, des axes hypocotylés, le volume des cellules, la résistance à la sécheresse et au froid.

la tendance à la multiplication asexuelle et à la perennité des polyploïdes obtenus chez les navettes et les moutardes.

S'il existe effectivement une corrélation entre la faculté de rendement et la luxuriance, pour obtenir les individus plus particulièrement intéressants, on conseille d'opérer sur des populations importantes variées. On peut avoir ainsi le plus grand nombre de chances d'obtenir les doublements génomatiques les plus favorables.

J. Mi.

4. — Plantes textiles

Boyle (R. H.). — **Postwar flaxseed situation.** (Problème de la graine de lin après la guerre). *Foreign Agric.*, XIII, 4, 79-81, 1949.

Les besoins mondiaux en huiles siccatives sont assurés par l'huile de lin pour près des trois quarts. Ils se sont accrus dans les années qui ont suivi immédiatement la guerre. Les pays producteurs de graines de lin, et en particulier l'Argentine, préfèrent à l'heure actuelle exporter l'huile au lieu des graines. Ceci gêne les pays d'Europe Occidentale habitués à broyer eux-mêmes les graines. D'autre part, ils sont limités dans leurs paiements en dollars. Un effort est fait pour augmenter la production des graines de lin.

Les Etats-Unis et le Canada ont fourni dans ce sens un effort efficace. Ces deux pays représentent maintenant à eux seuls la moitié de la production mondiale. Celle de l'Argentine est passée de 44.5 % dans la période de 1935-1939 à 21,8 % en 1948. En 1948, les Etats-Unis produisaient plus de 50.000.000 de bushels sur un total de 151.700.000. L'exportation de graines ou d'huile de lin est envisagée.

F. Pl.

Szymanek (J.). — **Etude histologique de quelques variétés de lin.** *Bull. Inst. Text. France* X, 12, 15-22, 13, 9-17, 1949.

L'étude porte sur l'examen de la fibre de lin dans son ensemble et ses variations selon les différentes parties de la tige et selon les variétés.

La structure fibrillaire en spirale d'une fibre élémentaire isolée est directement visible sans aucune préparation. Il y a souvent des renflements sur les fibres ; ceux-ci correspondent à un décollement des couches pariétales. Ce sont des points de moindre résistance et c'est en ces endroits que se produisent les ruptures.

Différents modes d'extraction de la fibre ont été comparés :

— l'extraction de la fibre à la soude à 1 % donne une fibre douce et brillante ; il y a un début de dissociation des faisceaux et le rendement commence à baisser ; le complexe pectinique ne forme pas de bouchon dans le tube à essai, il est complètement hydrolysé.

— à 5 % et 3 % il se forme un bouchon pectique.

— l'eau pure ne donne pas de bouchon pectique et la fibre obtenue est grisâtre et rêche.

— Le pyrophosphate de soude et le phoshate ammoniacal ont une mauvaise action dégommante.

Formosa et *Liral Monarch* se sont montrés plus sensibles à l'action dégommante de la soude que *Concurrent*, *Hollandia* et *Liral Prince*. C'est cette dernière variété qui a donné la filasse la plus résistante. En général, l'insuffisance de dégommage provoque une baisse de la résistance : ceci est dû au complexe pectinique qui entoure le faisceau de fibre, la pectine étant moins résistante que la cellulose. *Concurrent* et, dans une mesure moindre, *Formosa*, acquièrent une plus grande résistance par le lavage acide après extraction à la soude.

Ce sont les traitements à 1 % et 5 % de soude qui donnent la plus grande finesse et ceci particulièrement pour *Hollandia* et *Formosa*.

Les filasses acidifiées gagnent au lavage en blancheur et sont plus brillantes. Ceci semble être dû à ce que l'acide chlorhydrique facilite l'élimination du fer. L'effet de l'acidification se traduit par un avantage tangible surtout sur la variété *Concurrent*.

En ce qui concerne le rouissage au *Clostridium corallinum*, à partir de 5 à 6 jours la résistance commence à baisser mais la finesse est augmentée. *Concurrent* est plus difficilement attaqué par la bactérie que les autres variétés ; 5 jours de rouissage confèrent le maximum d'uniformité pour la résistance.

F. Pl.

5. — Légumineuses fourragères

Anonyme. — **Growing Alfalfa for Seed in Utah.** (Culture de la Luzerne pour la graine dans l'Utah). *Utah Agric. Expt. Sta. Circ.*, 125, 72 p., 1950.

1° *Les techniques culturales.* — La variété *Ranger*, résistante au flétrissement tend à se répandre à côté des types traditionnels (*Grimm, Ladak, Cossack, Hardigan*). Le travail du sol est celui d'un pays sec, ou l'irrigation peut être pratiquée, moyennant certaines précautions. La récolte des graines se fait généralement sur la première pousse, ou après une coupe précoce ; on recommande l'usage de la moissonneuse-batteuse, plus économique qu'un fauchage préalable, surtout en zone irriguée.

2° *Les parasites animaux* les plus à craindre sont le *Phytonome* et le *Lygus* dont on peut limiter les dégâts par le DDT, et le *Chalcide*, dont on se défend par des pratiques culturales appropriées.

3° *Les insectes pollinisateurs* doivent être pris en considération : abeilles domestiques dont il est bon de placer les ruches à proximité des champs de luzerne, et abeilles sauvages qu'il faudrait protéger lorsque c'est possible.

R. Ec.

BOERGER (A.). — **The ecology of** *Medicago sativa L.* **in South America.** (Ecologie de *Medicago sativa L.* en Amérique du Sud). *J. Brit. Grassl. Soc.*, V, 4, 291-299, 1950.

Se limitant à l'espèce *M. sativa* qui a été introduite d'Espagne en Amérique du Sud, l'auteur montre l'action décisive que l'homme a joué pour la constitution de types écologiques dans les différentes zones de ce continent.

L'Argentine, qui vient en tête pour la production, possède une grande diversité de climats et de terrains. Les types de Luzerne qui en découlent peuvent se rattacher à deux groupes :

1° Un type de pâture, qui domine dans la vaste zône des Pampas ; il est caractérisé par un port rampant et une tige coriace, résultats de la sélection naturelle due à la dent des animaux.

2° Un type dressé de luzernes irriguées à feuillage pubescent et à tiges creuses, utilisé pour le foin et l'ensilage : BURKART en fait la variété *M. sativa var. polia.*

Au nord, les représentants de ce type se rapprochent du type Péruvien avec une croissance régulière toute l'année et une grande sensibilité au froid. Près de Santiago del Estero, il y a passage à un type halophile adapté au sol salin et au climat semi-désertique de cette zone. Le type *Saladina*, à feuillage plus glabre peut s'y rattacher.

Le Pérou et le Chili cultivent, dans les vallées des Andes, un type « *polia* » donnant une importante production de fourrage. Les folioles, trois à cinq fois plus longues que larges, sont caractéristiques des régions semi-arides.

Le Brésil ne présente de luzernes que dans la région du Rio Grande do Sul, qui ressemble aux zones chaudes de l'Argentine. C'est encore un type à port dressé, bien mieux adapté aux conditions locales que les importations des pays voisins.

L'équateur, malgré son climat, réussit la culture, dans les vallées irriguées des Andes, d'un type dressé voisin du type péruvien, grâce à un travail intensif et des sarclages répétés.

Les autres pays ne cultivent la luzerne qu'accessoirement à cause du sol trop compact et acide en Uruguay par exemple, ou trop favorable aux adventices comme au Paraguay. Les semences viennent le plus souvent d'Argentine.

Cette étude montre la grande faculté d'adaptation de cette plante.

R. Ec.

GREENSHIELDS (J. E. R.). — **Polycmbryony in Alfalfa.** (Polyembryonie chez la luzerne). *Sci. Agric.*, XXXI, 5, 212-222, 1951.

Ce travail est consacré à une étude cytologique portant sur 55 paires d'embryons jumaux de luzerne. Pour chacune des plantules jumelles, le nombre chromosomique est $2n = 32$, mais les remaniements chromosomiques sont fréquents. Les plantules possèdent souvent dee plages de tissus diploïdes ($2n = 16$) ou tétraploïdes ($2n = 64$). L'auteur a pu observer uns plaque équatoriale de mitose présentant 4 des 32 chromosomes semblables, avec satellites, confirmation d'une tétraploïdie de la luzerne. La fréquence des embryons jumeaux semble proportionnelle au pouvoir germinatif, quelle que soit la variété étudiée.

M. KER.

GRUN (P.). — **Variations in the meiosis of alfalfa.** (Variations dans la méioos de la luzerne *Amer. J. Bot.*, XXXVIII, 6, 475-482, 1951.

L'auteur étudie la méiose de différents clones de *Medicago sativa* et pense que cette espèce est autotétraploïde, car il observe 50 % de cellules renfermant de 1 à 4 tétravalents et 1 % qui en contiennent davantage. D'autre part, les irrégularités en cours de méiose sont nombreuses : 28 % des cellules ont des univalents en diacinèse, 17 % des chromosomes retardataires en Télophase I et 22 % en Télophase II. L'auteur en conclut que la tétraploïdie est d'origine récente. Il y a des différences significatives entre les différentes plantes (sauf à la Télophase I) pour la fréquence concernant le dénombrement des tétravalents, univalents

et chromosomes retardataires et pour le pourcentage de mauvais pollen (jusqu'à 30 et 40 %). Il n'y a pas de relation entre la quantité de pollen avorté et les irrégularités de la méiose. L'effet des différentes dates de fixation sur la fréquence des tétravalents et des retardataires est généralement significatif pour une plante, mais plusieurs plantes réagissent diversement à une même fixation effectuée au même moment.

S. Om.

Smith (D). — **The occurence of adventitious shoots on severed alfalfa roots.** (Apparition de bourgeons adventices sur les racines de Luzernes sectionnées). *Agron. J.*, XLII, 8, 398-401, 1950.

Sur douze variétés testées seules *Ladak* et *M. falcata* sont capables de redonner des bourgeons adventices sur la surface de section des racines privées de leur collet en fin d'hiver. La fréquence d'apparition de ces bourgeons, qui est de 20 à 30 % environ au bout de 11 semaines, est indépendante du niveau de section entre 2,5 et 18 cm sous le nœud cotylédonaire et du diamètre de la racine ; mais elle décroît avec la date de l'opération et l'âge de la plante.

Si les racines sont sectionnées aux deux bouts, la fréquence du phénomène croît avec la longueur des segments replantés.

Ces résultats montrent l'influence de la quantité de réserves dans les racines.

R. Ec.

Zürn (F.). — **Luzerne und Luzernegras in Alpinen Lagen.** (Luzerne ou mélanges Luzerne-graminées, dans les régions alpestres). *Ver. der Bund. für. Alp. Landw. in Admont.*, I, 91-106, 1949.

Après une série d'essais, l'auteur en arrive aux conclusions suivantes :

1° Sous le climat montagnard d'Admont, la culture de la Luzerne est possible.

2° La Luzerne en culture pure donne des rendements à peu près égaux en foin plus riches en protéïnes (jusqu'à 30 %), que les mélanges Graminées-Trèfle, les prairies temporaires, ou de mauvais mélanges Luzerne-graminées.

3° On peut concevoir le fait de cultiver des mélanges Luzerne-Graminées (20 à 30 % de Fétuque des prés, Fléole, Avoine jaunâtre, mais pas de Dactyle), dans le seul but d'accroître la régularité du rendement.

4° En climat alpin, la luzerne peut être coupée 3 fois par an.

J. Re.

Kivimae (A.). — **Der di-och tetraploida rödklöverus kemiska sammansättning.** (Composition chimique des trèfles violets di et tétraploïdes). *Sver. Utsädersfor. T.*, LXI 1, 13-24, 1951.

Des travaux effectués à Uppsala de 1947 à 1949, il ressort que le doublement chromosomique a provoqué une modification dans la composition chimique. La teneur en matière sèche est moindre dans les variétés tétraploïdes, mais en fonction de la matière sèche ces dernières montrent une plus forte teneur en protéïne, extractif à l'éther, et phosphore ; par contre, elles ont une teneur plus faible en cellulose brute, cendres et chaux.

J. Pic.

Smith (D.). — **Seasonal fluctuations of root reserves in red clover,** *Trifolium pratense L.* (Fluctuations saisonnières des réserves des racines de Trèfle violet, *Trifolium pratense L.*) *Plant Physiol.*, XXV, 4, 702-710, 1930.

L'auteur étudie la variation des teneurs en hydrates de carbone et en azote, dans les racines de deux types de Trèfle violet, soumis à différents traitements, et met en évidence le parallélisme des variations chez 2 souches lorsqu'elles sont soumises aux mêmes régimes de coupe.

Les variations saisonnières de ces deux teneurs sont parallèles à celles que l'on observe chez d'autres légumineuses : diminution des hydrates de carbone en hiver, et des deux éléments étudiés, en période de repousse.

Le fait que des réserves importantes soient encore présentes dans les racines, pendant le second hiver, apparaît comme un argument en faveur de l'hypothèse suivante : le trèfle violet n'est pas une plante bisannuelle, mais bien une espèce pérenne.

J. Re.

Williams (W.). — **Genetics of incompatibility in alsike clover,** *Trifolium hybridum.* (Génétique de l'incompatibilité chez le trèfle hybride, *Trifolium hybridum*), *Heredity*, V, 1, 51-74, 1951.

Le trèfle hybride est fortement auto-stérile et l'intercompatibilité est du type diploïde décrit par East et Mangelsdorf chez *Nicotiana*.

La pseudo-compatibilité qui conduit à la formation de graines en autofécondation, varie beaucoup à l'intérieur de l'espèce. Parmi les descendances étudiées sont apparus des types proches de l'autofertilité. Dans la plupart des cas, l'expression de la pseudo-compatibilité est sous la dépendance des gènes de la série *S* eux-mêmes et non de gènes modificateurs. L'interaction de deux facteurs *S* dans le style de certaines plantes hétérozygotes modifie profondément la pseudo-fertilité. Ce pourrait être un effet de la compétition pour une substance de base agissant comme précurseur et nécessaire à la synthèse du produit final d'inhibition.

Différents tests ont montré que le nombre d'allèles *S* est élevé ; sur 21 allèles étudiés, l'auteur en a trouvé 13 différents.

Une plante de génotype *Sc.Sc* semble avoir subi une mutation du locus *Sc* ou un crossing-over à l'intérieur de ce locus.

L'auteur étudie enfin la corrélation nette qui semble exister entre le cycle des plantes et leur biologie florale. Les plantes annuelles sont souvent autofertiles. Il suggère que les formes pluri-annuelles auto-stériles ont pu prendre naissance à partir de formes annuelles auto-fertiles et que les systèmes d'incompatibilité ont pu prendre naissance par mutation.

J. Pic.

6. — Graminées fourragères

Burton (G. W.). — **Intra and interspecific hybrids in Bermuda Grass.** (Hybrides intra et inter spécifiques chez Cynodon). *J. Hered.*, XLII, 3, 153-156, 1951.

L'auteur a fait divers croisements entre *Cynodon dactylon* « Coastal » et « Indian » et *Cynodon plectostachyum* (Star grass) en vue d'obtenir des types plus adaptés à la culture. Les parents utilisés était hétérozygotes, l'auteur n'a pu apporter de renseignements précis sur le comportement des caractères agronomiques étudiés.

Les hybrides intraspécifiques (*C. dactylon*) ont un rendement inférieur à la moyenne des deux parents, cependant un de ces hybrides possède l'avantage de présenter la résistance au froid (caractère dominant) du géniteur le plus résistant qui est aussi le moins productif (Indiana Bermuda).

Le croisement *C. dactylon* ($2n = 36$) par *C. plectostachyum* ($2n = 18$) donne une descendance stérile à anthères indéhiscentes renfermant des quantités faibles non nulles d'acide cyanhydrique (caractère très marqué de *C. plectostachyum*). Les rendements obtenus sont généralement inférieurs à ceux du géniteur le plus productif : un seul hybride sur 13 obtenus se montre légèrement supérieur à son meilleur parent.

Ces résultats limités indiquent cependant une certaine supériorité de l'amélioration par hybridations interspécifiques, lesquelles devront aboutir à l'obtention des meilleures combinaisons gamétiques.

S. E.

Corkill (L.). — **A comparison of methods of progeny testing for quantitative characters in Ryegrass** (*Lolium sp.*). (Comparaison des méthodes utilisées pour tester la valeur des descendances de Ray-grass, relativement aux caractères quantitatifs), *N. Zeal. J. Sci. Tech.*, XXXII, 3, 335-344, 1950.

Les méthodes suivantes ont été comparées : pollinisation libre, croisement diallèle, top-cross. Les deux premières donnent, dans 90 % des cas, des résultats identiques, alors que la troisième fournit des indications moins corrélatives.

Il semble que la méthode de pollinisation libre est plus avantageuse parce que plus simple.

J. Re.

Evans (T. A.). — **Renovation of an aged seed stand of** *S.* 143 **Cocksfoot.** (Rénovation d'une vieille culture de Dactyle S. 143, pour graines). *J. Brit. Grassl. Soc.*, V, 4, 287-290, 1950.

Après 2 ou 3 récoltes de graines, le rendement d'une culture de semences fourragères baisse souvent à un point tel que la culture devient anti-économique. Pour étudier cette question, un essai a été effectué à Stratford sur une parcelle de Dactyle *S. 143*.

Semés en 1944, 40 ares de culture, après 3 récoltes de graines, sont divisés en 6 parcelles clôturées : 2 pâturées : par les moutons la première semaine de janvier, 2 pâturées de même fin février, 2 non pâturées.

Deux des parcelles libérées par les moutons sont ensuite pâturées par les bovins, une en anvier-février, l'autre au milieu d'avril.

L'auteur note une augmentation considérable du tallage épis, et un accroissement de la production de semences des parcelles pâturées par rapport aux parcelles témoins. C'est le pâturage des moutons, en janvier qui donne les meilleurs résultats.

M. Ker.

Frischknecht (N. C.). — **Seedling emergence and survival of range grasses in Central Utah.** (Germination et maintien de graminées spontanées dans l'Utah Central). *Agron. J.*, XLIII, 4, 177-182, 1951.

La germination est un stade critique pour l'établissement des graminées vivaces. En vue d'étudier les résistances des plantules au froid et à la sécheresse, un essai comparatif est réalisé dans l'Utah Central, sur 16 des principales graminées fourragères locales. Les graines sont semées à 3 époques différentes : octobre, décembre, avril, dans 2 zones de végétation : steppe à *Artemisia tridentata*, brousse subalpine à *Quercus Gambelii*, *Cercocarpus montanus* et *Purshia tridentata*.

Pour les 3 époques de semis, les plantules de *Bromus carinatus* sont de loin les plus résistantes au froid dans la zone subalpine. Puis viennent par valeurs sélectives décroissantes *Agropyrum tachycaulum*, *A. elongatum*, *A. spicatum*. *A. intermedium* ; *A. trichophorum*.

Dans la zone à *Artemisia tridentata*, la valeur sélective ne dépasse jamais 35 % : ce sont les plantules d'*Agropyrum elongatum* et *A. désertorum*, qui résistent le plus. Les semis de décembre sont les plus favorables. Les plantules les plus sensibles aux gelées sont celles de Fromental, de Dactyle, le *Festuca arundinacea*, *Elymus arundinacea* et *Elymus junceus*. L'auteur note aussi la montée à graine, la première année du semis, en semis de décembre, chez *Bromus carinatus* et *Secale montanum*, dans la zone subalpine. Au contraire, le *Dactyle* et *Elymus junceus* ne montent que l'année suivante.

M. Ker.

Griffiths (D. J.). — **Liability of seed crops of pe rennial ryegrass to contamination by wind-borne pollen.** (Possibilités de contamination des cultures de semences de Raygrass anglais, par le pollen transporté par le vent). *J. Agric. Sci.*, XL, 1-2, 19-37, 1950.

Grâce à des individus porteurs d'un caractère récessif simple, l'auteur étudie les possibilités de fréquence des croisements, entre plantes de *Lolium* en fonction de leur éloignement. La diminution de fréquence des croisements n'est que lentement progressive, à partir d'une certaine limite, en fonction de l'accroissement de distance. La pollinisation, dans une pépinière, se fait surtout entre plantes voisines, car des plantes quelconques forment généralement des barrières assez efficaces.

L'auteur signale la possibilité d'hybridations naturelles entre *L. perenne* et *L. italicum*, lorsque le décalage de précocité de floraison entre les plantes de ces espèces n'est pas trop accentué.

Pour des multiplications commerciales, les distances d'isolement recommandées varient de 100 à 50 m suivant la dimension des parcelles.

J. Re.

Klapp (E.). — **Bewurzelung und Nachwuchs einer grasnarbe unter Verschieden häufiger Mahd und Beweidung.** (Rendement, enracinement et repousse d'un gazon soumis à des coupes et pâtures de fréquence variée). *Z. Acker Pflanzenbau*, XCIII, 3, 269-286, 1951

1° Après une année d'établissement, un gazon fut exploité pendant 4 années aux rythmes annuels suivants : Pâturé de 8 à 20 fois ; Fauché de 3 à 19 fois.

On a étudié à ces différents régimes d'exploitation : la quantité de fourrage produite, sa composition chimique et botanique, l'enracinement des plantes, l'influence du mode d'exploitation sur le rendement et la composition de l'association végétale.

2° La croissance journalière suit, au cours de l'année, en exploitation de pâture, une courbe classique, dont le maximum a lieu peu après le départ en végétation, le minimum à la fin de l'été, suivi d'un brusque redressement à l'automne.

3° D'année en année, la diminution du rendement total annuel est très inférieur, dans le cas d'exploitation fréquente, à ce qu'elle est lorsque le nombre de récoltes annuelles est faible.

4° Le rendement moyen annuel est le plus faible dans le cas d'exploitation très fréquente (19 fois par an), et s'accroît jusqu'au nombre limite expérimenté de 3 coupes annuelles. La repousse journalière est respectivement, pour ces 2 cas de 0,31 et de 0,71 quintaux de matières sèches par hectare.

5° La teneur en matières organiques et en cendres montre une évolution classique.

6° Le rythme d'exploitation donnant les meilleurs résultats, compte tenu de la quantité et de la qualité des matières sèches introduites, est la pâture toutes les 3 semaines (8 exploitations par an).

7° Les différentes espèces entrant dans la composition du gazon ont leur comportement particulier.

8° La quantité de racines contenues dans 50 cm de sol, n'est, pour les plantes à exploitation fréquente, que 10 % à 11 % de celles qui sont coupées 3 fois seulement. En moyenne, 90 % du système radiculaire se localise dans les 5 premiers centimètres du sol. La profondeur d'enracinement des plantes diminue très vite avec la fréquence croissante des coupes.

9° Les variations de rendement observées d'une année à l'autre dépendent plus de l'alimentation des plantes en eau et en engrais que de la fréquence des coupes ou exploitations réalisées.

J. Re.

Pickett (R. C.). — **Variability of crude protein and carotene contents and their relations with other characters in Bromegrass,** *Bromus inermis Leyss.* (Variabilité des teneurs en protéine brute et en carotène, étude de leurs relations avec d'autres caractères chez le Brome (*Bromus inermis Leyss*). *Agron. J.*, XLII, 11, 550-554, 1950.

Le but de l'auteur était la recherche de corrélations entre la teneur en protéine et les caractères morphologiques. Un split-plot à trois répétitions met en évidence la variabilité des caractères morphologiques.

L'étude comprend ensuite le calcul des coefficients de corrélation entre ces divers caractères et les teneurs en protéine et en carotène à différents stades de la croissance.

La teneur en carotène apparaît liée au degré de coloration des feuilles.

La teneur en protéines reste indépendante des caractères morphologiques envisagés.

Il faut donc se contenter des dosages directs pour faire la sélection des plantes riches en protéines.

Y. Dem.

Sears (P. D.). — **The technique of pasture measurement.** (La technique des mesures sur pâture). *N. Zeal. J. Sci. Tech.*, XXXIII, 1, 1-29, 1951.

L'auteur discute, de manière générale, les facteurs intervenant dans les estimations réalisées sur les pâtures. Il étudie notamment l'effet sur la croissance des végétaux, des excréments animaux, de leur broutage, des alternances fauche-pâture.

Il conclut que l'estimation du rendement d'un gazon ne peut être effectuée qu'en régime de pâture, de même que celle du comportement relatif des espèces composantes.

Les techniques de mesures sur Pâture énumérées ci-dessous sont décrites et discutées :

Parcelles d'observations, étude de plantes isolées, parcelles fauchées, ou alternativement fauchées et pâturées, essais sur pâtures avec cages, parcelles pâturées et recevant des excréments.

Les méthodes de détermination de la composition des herbages et les relations existant entre l'estimation de la fréquence des espèces dans un peuplement, et le rendement relatif des différents constituants de ce peuplement, sont discutées.

J. Re.

Smith (D. C.) et Nielsen (E. L.). — **Comparisons of clonal isolations of** *Poa pratensis L.* **from good and poor pastures for vigor, variability and disease reactions.** (Comparaisons de clones de *Poa pratensis L.* issus de bonnes et de pauvres prairies, pour la vigueur, la variabilité et la résistance aux maladies). *Agron. J.*, XLIII, 5, 214-218, 1951.

Les auteurs ont récolté des touffes de *Poa pratensis* dans dix prairies très diverses du Wisconsin.

Ces plantes ont été étudiées pour les caractères suivants : types morphologiques, vigueur, résistance à l'oïdium et aux rouilles.

Les touffes isolées se sont souvent montrées très hétérogènes. Des types vigoureux peuvent apparaître dans les descendances des clones de prairies pauvres aussi bien que dans celles des prairies riches mais souvent avec une fréquence plus faible. L'étude de la résistance à l'oïdium (*Erysiphe graminis*) et aux rouilles montre qu'il existe aussi des différences significatives entre les échantillons des diverses prairies. Cependant il ne semble pas y avoir de corrélation avec la richesse du sol, l'humidité ou le mode d'exploitation.

Y. Dem.

Warmke (H. E.). — **Cytotaxonomic investigations of some varieties of** *Panicum maximum* **and of** *P. purpurascens* **in Puerto-Rico.** (Recherches cytotaxonomiques sur quelques variétés de *Panicum maximum* et de *P. purpurascens* à Porto-Rico). *Agron. J.*, XLIII, 3, 143-149, 1951.

Le matériel étudié comporte 5 types de *Panicum maximum* cultivés dans la région de

Porto-Rico. Ces types prélevés dans les conditions normales de la grande culture se montrent extrêmement homogènes et l'auteur met en évidence des différences significatives intertypes pour les 10 caractères quantitatifs concernant l'appareil végétatif. De plus les caractères qualitatifs différentiels de ces 5 types permettent d'établir une clé de détermination. Toutes ces différences sont jugées suffisantes pour pouvoir considérer que l'on a affaire à 5 variétés de l'espèce *Panicum maximum* qui sont : *gramadote, common, broad-leaf, Borinquen* et *Fine-leaf*. Ces variétés présentent en outre des différences concernant la précocité de floraison et l'heure où se produit l'anthèse.

Les nombres chromosomiques somatiques sont de 32 pour *common, gramadote, broad-leaf* et *fine leaf*, de même que pour *Borinquen* qui présente cependant aussi un type à $2n = 48$. L'étude de la méiose montre que les plantes à 32 chromosomes sont auto-tétraploïdes et le type *Boriquen* à 48 est autohexaploïde. L'espèce parente *P. purpurascens* est allotétraploïde avec 36 chromosomes somatiques.

Après une discussion des résultats obtenus portant essentiellement sur la probabilité d'un nombre de base de 8 pour les 5 variétés de *P. maximum*, l'auteur suggère que l'isolement et l'uniformité de ces variétés à division hétérotypique irrégulière puisse résulter d'un mécanisme d'apomixie. Seule une étude cytologique ultérieure des processus reproducteurs permettra d'élucider le problème de savoir si ces 5 types de *P. maximum* sont ou non des espèces distinctes.

S. Es.

8. — Viticulture

Boubals (D.) et Huglin (P.). — **Etude de l'incompatibilité au greffage de certains cépages et du** 57 *R. Progrès Agric. Vitic.*, 2, 183-189, 1950.

Les auteurs ont étudié au Centre de Recherches Agronomiques du Midi (Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier) la mauvaise affinité du 57 *R.* avec le *Jaoumet*.

Après greffage, la soudure s'effectue normalement mais la mort du greffon se produit peu de temps après le premier sevrage. Tout se passe comme si, l'assemblage une fois réalisé, les matière élaborées par le greffon ne pouvaient pas franchir la soudure pour descendre dans le porte-greffe.

En vue de rechercher l'explication de cette incompatibilité, les auteurs ont étudié les assemblages suivants :

1° Greffage inverse 57 *R/Jaoumet*, qui s'est développé normalement.

2° *Jaoumet/Aramon*/57 *R* et *Jaoumet/Rup.* du *lot*/57 *R*. L'incompatibilité au greffage s'est manifestée. Les matières élaborées par le *Jaoumet* s'arrêtaient à la soudure du greffon intermédiaire et du 57 *R*. L'incompatibilité au greffage résulte donc de l'impossibilité de descente dans le porte-greffage de la sève élaborée par le greffon.

3° *Aramon/Jaoumet*/57 *R*. Même incompatibilité.

Pour expliquer cette incompatibilité les auteurs admettent avec Kostoff que le *Jaoumet* produirait un antigène qui, au contact des cellules du liber du 57 *R*. amènerait chez celles-ci la formation d'un anticorps, provoquant la précipitation de la sève élaborée et la formation d'amidon-au-dessus de la soudure.

Dans le greffage inverse 57/*RJaoumet*, l'antigène formé dans le liber du *Jaoumet* ne peut monter et il n'y a pas production de précipitine.

L. Lev.

Muller-Stoll (W. R.). — **Mutative Färbungsänderungen bei Weintrauben.** (Variation de la couleur des grappes de raisins causée par la mutation). *Züchter*, XX, 9/10, 288-291, 1950.

L'auteur reconnaît trois sortes de mutations végétatives intéressant la couleur de la baie :

1° rarement : Mutation *baie foncée* — — *baie claire* ;
2° plus fréquemment : Mutation *baie claire* — — *baie foncée*;
3° Mutation *vert* — — *jaune*, totale ou particlle.

L. Lev.

Poma Treccani (C.). — **Acido α-naftalenacetico ed altri trattamenti nella moltiplicazione per talea della vite del melo e del pesco.** (Action de l'acide α naphtalène acétique et d'autres traitements dans le bouturage de la vigne, du pommier et du pêcher). *Ann. Sper. Agr.*, IV, 1, 37-55, 1950.

Lors du bouturage de la vigne l'action de l'acide alpha-naphtalène acétique s'exerce

non sur le pourcentage des reprises mais sur le plus grand nombre de racines commercialisables.

De tous les autres traitements étudiés, l'inversion de polarité au cours de la stratification est celui qui a donné les meilleurs résultats.

Tous les procédés ont échoué pour le Pommier et le Pêcher.

L'immersion du système radiculaire de jeunes plants de pommiers d'un an dans la vitamine B_1 à 10 p. p. m. donne une augmentation du pourcentage des plants bien enracinés.

L. Lev.

Poma Treccani (C.). — **Interazione de l'acido α-naftalenacetico e miele nel radicamento di talea di vite.** (Interaction de l'acide α-naphtalène acétique et du miel dans l'enracinement des boutures de vigne). *Riv. di Frutticoltura*, XII, 3, 133-162, 1950.

Expérimentation portant sur l'action combinée du miel et de l'acide alphanaphtalène acétique sur l'enracinement des boutures de vigne.

Le meilleur résultat est obtenu par le mélange hormone à 10 p. p. m. + miel à 10 %.

L'action du miel est due au sucre et non aux hormones qu'il contient ; il augmente de plus la tolérance de la cellule aux hormones en portant obstacle à la coagulation de la protéine.

L. Lev.

Poma Treccani (C). — **Paraffina a basso punto di fusione nell'atecchimento dell'inhesto al tavalo della vite.** (Utilisation de la paraffine à bas point de fusion dans la greffe de la vigne sur table). *Rivista di Frutticoltura*, XII, 226-234, 1950.

Essais effectués à la Station expérimentale d'Arboriculture fruitière de Milan sur l'influence de la paraffine à bas point de fusion sur la reprise au greffage sur table de l'assemblage *Barbera*/420 *A*.

1° La paraffine à 48°-50°C donne des résultats inférieurs aux lots non traités.

2° La paraffine à 50-52°C donne des résultats expérimentalement nuls.

3° En raison de sa commodité et de sa rapidité d'exécution le trempage est préférable au paraffinage au pinceau.

L. Lev.

Pourcharesse (P.). — **Etude expérimentale sur le bouturage et le greffage.** *Progrès agric. et Vitic.*, I, 221-223, 1951.

L'auteur résume les essais entrepris au cours de la campagne 1950 au Centre de Recherches Agronomiques du Sud-Ouest.

L'utilisation d'hormone (alpha-naphtylacétamide à 1 mg/1) donne un léger accroissement du poids total des racines obtenues.

Au greffage il existe des différences sensibles de reprises selon les porte-greffes et les greffons utilisés.

La stratification des greffes-boutures en chambre chaude présente un réel avantage sur la stratification dans le sable traditionnellement utilisée dans le Sud-Ouest.

Diverses techniques tendant à supprimer la stratification des greffes, méthode Biolini, méthode Boulay, méthodes allemandes, ont également été étudiées.

L. Lev.

9. — Plantes horticoles

Andrus (C. F.). — **A character useful in the study of natural cross-pollination in tomato.** (Un caractère utile dans l'étude de la pollinisation croisée chez la tomate). *Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci.*, LVII, 345-346, 1951.

L'auteur a trouvé une mutation génique récessive de la tige de tomate, connue sous le nom de « green stem », dans la descendance d'un croisement de variétés commerciales. Ce caractère décelable au stade de la plantule a permis d'établir le pourcentage exact de fécondation croisée chez la tomate laissée en fécondation libre. Ce pourcentage est de 1,68 pour cent ou un peu plus car l'erreur de cette évaluation peut provenir du fait que les plantes à tiges verte étaient plantées en bloc au milieu d'un champ de plantes à tiges pourpres.

Le caractère « green stem » pourrait être utilisé pour la production de semence hybride.

J. M. C.

Carey (J.). — **Chemical weeding of vegetables.** (Destruction des plantes adventices des plantes potagères, par voie chimique). *Corn. Ext. Bull.*, 769, 16 p., 1949.

L'auteur passe en revue différents moyens chimiques de destruction des mauvaises herbes poussant parmi les quelques plantes horticoles. Certains de ces produits peuvent être appliqués sur diverses plantes légumières sans inconvénients pour celles-ci, mais sont préjudiciables à d'autres. Les traitements envisagés concernent les mauvaises herbes se trouvant dans le Maïs sucré, l'asperge, la Carotte, l'Oignon, le Pois, la Betterave et la Pomme de terre.

Le sol, le climat et les conditions de culture peuvent influer sur leur utilisation.

L'auteur donne des indications particulières sur la nature et l'emploi de l'acide 2.4-D.

Ces indications sont complétées par un tableau qui énumère, pour diverses plantes horticoles, les produits chimiques qui peuvent leur être appliqués sans dommage, le moment de l'application de ces produits, les doses d'emploi et le coût approximatif de l'opération.

R. F.

WESTER (R. E.) et JORGENSEN (H.). — **Hybrid vigor of Lima Beans.** (Hétérosis chez le haricot du Cap, (*Phaseolus lunatus*). *Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci.*, LVII, 305-308, 1951.

L'étude de quatre combinaisons parentales observées a donné les résultats suivants :

La F_1 entre *Clark's Bush* et *Triumph* est supérieure aux parents pour quatre caractères sur cinq. On a obtenu des différences significatives pour le poids de plantes vertes, le nombre de gousses, le nombre de grains, le poids de grains par plante, mais le poids moyen d'un grain ne met pas en évidence l'hétérosis.

La F_1 de *Clark's Bush* × *Early Market* dépasse les deux parents en poids frais de plantes, mais non pour les autres caractères.

Clarsk' Bush × *Peerless* donne une F_1 dont le rendement en grains est plus grand que celui des parents respectifs.

Dans le croisement entre *Clark's Bush* × *Henderson* l'hétérosis n'existe pas, car les deux variétés sont peu différentes l'une de l'autre.

Pour l'utilisation pratique de l'hétérosis, l'auteur propose de prendre comme parent mâle une variété à cotylédons blancs, ce caractère étant dominant, et comme parent femelle une variété à cotylédons verts. Le tri de grains hybrides pourrait se faire mécaniquement à l'aide d'un appareil à cellule photoélectrique.

J. M. C.

WELLS (D. G.). — **Inheritance and linkage relations of a crinkled variant in peas.** (Hérédité et rapports de linkage d'un type aberrant « crinkled » chez le pois). *J. Genet.* L, 2, 231-234, 1951.

Des plantes à feuillage enroulé du type mosaïque furent observées par l'auteur en semis d'automne dans les F_2 et F_3 issues de trois mutants pour la couleur du feuillage (cl_1, cl_2, cl_3) provenant de la variété de pois à conserve « *Alaska* ». Les descendants homozygotes pour cl_2 ou cl_3 ou bien issus du croisement *Abenat* par l'une des variétés *Dwarf Telephone*, *White Canada* et *Grey Sugar* ne présentaient pas l'aberration. Les symptômes apparaissaient dès la poussée des feuilles, vert foncé, tachetées, de texture plus dure que normalement, à bords anguleux ; les vrilles étaient raccourcies ou absentes ; ces caractéristiques disparaissaient au cours de la croissance dont le rythme était moins rapide ; elles étaient plus accusées, persistaient plus longuement aux basses températures, surtout chez le mutant *Pale green 2*. En F_2, la disjonction du type « Crinkled » (Cr/cr) appartenait au type 3 : 1. En F_3, une grande hétérogénéité de types étaient obxservés avec des caractères aberrants à divers degrés. La paire de facteurs Cr cr se situe dans le 1er des groupes de linkage de *Lamprecht*, associé avec la paire Aa ; de plus, il existe des associations entre *Cr cr* et respectivement : L_1 l_1 (graine ridée), L_2, l_2 (graine lisse). Cette mutation est sans conséquences économiques, la croissance complète des plantes atteintes se poursuivant normalement.

B. S.

Le Directeur-Gérant : B. LACLAVIÈRE

Imprimerie Bussière à Saint-Amand (Cher), France. — 21-4-1952.

Dépôt légal : 3e trimestre 1952.

N° d'impression : 679.

SUR L'ÉTUDE MÉIOTIQUE DES HYBRIDES *AEGILOPS VENTRICOSA* AVEC DES *TRITICUM* TÉTRAPLOIDES ET DE LEURS TRIHYBRIDES *AE. VENTRICOSA* X *T. DURUM* ET *AE. VENTRICOSA* X *T. DICOCCUM* AVEC *TRITICUM VULGARE*

PAR

Marc SIMONET

Station Centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes.

SOMMAIRE

Trois *Aegilotricum* tétraploïdes ($2n = 28$) issus d'*Ae. ventricosa* montrent une méiose très irrégulière, presque asyndétique. Malgré tout, ces hybrides ne sont pas entièrement stériles. Croisés avec *T. vulgare*, ils ont donné quelques grains. Ces trihybrides, la plupart à $2n = 49$, proviennent d'ovules non réduits, tétraploïdes. Leur fertilité est assez grande. En général, 8-9 univalents sont observés à leur méiose, indiquant une forte homologie entre le génôme C *vulgare* et l'un des deux génômes *ventricosa*. La résistance assez forte de *ventricosa* au piétin est peut-être transmissible à ces hybrides après crossing-over.

Le croisement de l'*Ae. ventricosa* ($n = 14$) avec des *Triticum* tétraploïdes ($n = 14$) a été réalisé à plusieurs reprises (Blaringhem, 1925 et 1926 ; Leighty et Sando, 1927 ; Percival, 1930 ; Katayama, 1931 et 1938 ; Matsumoto, 1933 ; Lilienfeld et Kihara (in Kihara, 1934) ; Sorokina, 1937 ; Sears, 1944 ; Bell, 1950). Il s'effectue d'ailleurs librement en Algérie (Trabut, 1919) où il existe différentes formes de l'un de ces hybrides (Ducellier, 1936). Nous-même (1948) avons déjà décrit le comportement méiotique de l'*Ae. ventricosa* × *T. Timopheevi* et de la descendance de son recroisement par *T. Timopheevi*.

Depuis nous avons pu allier sans trop de difficulté (Tableau I) ce même *Aegilops* (1) aux *Triticum dicoccoïdes* (2), *durum* (Blé de Medeah) et *dicoccum* (Amidonnier blanc barbu).

TABLEAU I

Formation des grains lors du croisement : Aegilops ventricosa × Triticum 4 *n*

	Année du croisement	Nombre d'épis castrés	Nombre d'épillets fécondés par épi	Nombre de grains récoltés	Nombre de plantes viables	% de plantes viables (1)
Ae. ventricosa × *T. dicoccoïdes*	1949	15	10	67	65 (2)	97,0
Ae. ventricosa × *T. durum*	1946	5	10	13	3	23,0
T. durum × *Ae. ventricosa*	1946	4	10	0	—	—
Ae. ventricosa × *T. dicoccum*	1946	5	10	18	6	33,3
T. dicoccum × *Ae. ventricosa*	1946	4	10	3	1	33,3
Ae. ventricosa × *T. Timopheevi*	1945	—	—	—	1	—

(1) Par rapport au nombre de grains récoltés.
(2) 13 F_1 normales et 52 traitées à la colchicine au stade coléoptile (1/2 cm).

Dans ces diverses combinaisons, tous les *Aegilotricum* F_1 obtenus, sont à $2n = 28$, ont une réduction chromatique assez semblable, très irrégulière (3) qui sera décrite d'après les observations faites chez les trois dernières combinaisons signalées.

TABLEAU II

Associations chromosomiques à la Méiose des hybrides F_1
Ae. ventricosa × Triticum 4 *n*

Aegilotricum F_1 étudiés	Nombre de cellules examinées	Nombre de bivalents observés à la MI						% de cellules asyndétiques
		0	1	2	3	4	5	
Ae. ventricosa × *T. dicoccoïdes*	200	153	39	7	1	—	—	76,5
Ae. ventricosa × *T. durum*	125	115	10	—	—	—	—	92,0
Ae. ventricosa × *T. dicoccum*	150	60	85	5	—	—	—	40,0
Ae. ventricosa × *Timopheevi*	30	12	8	6	2	1	1	40,0

A la *métaphase hétérotypique*, il y a surtout présence d'univalents (22 à 28) et fort peu de bivalents (0-3) et, dans ce cas, le plus souvent, un seul d'entre eux est formé (Tableau II). Toutefois, la conjugaison est nettement plus faible

(1) *Ae. ventricosa* Tausch var. *comosa* Coss.
(2) *Triticum dicoccoïdes* Körn. var. *sponteonigrum* Perc. récolté dans la nature par M. TARADE en 1948, à Wadi el Harri (Antiliban).
(3) Les examens cytologiques ont été effectués sur des préparations obtenues après écrasement des anthères et coloration de leur contenu de cellules-mères dans une solution d'acéto-carmin ferrique.

chez les deux premiers : l'asyndèse est présente respectivement dans 76 et 92 % des cellules examinées alors qu'elle n'est que de 40 % chez le troisième. Il existe dans l'ordre, par cellule, une moyenne de 27,4, 27,8 et 26,7 univalents et de 0,3, 0,08 et 0,6 bivalents.

Un tel mode de conjugaison, presque complètement asyndétique, confirme les résultats obtenus par les cytologistes précédemment cités : à savoir que les quatre génomes des sept chromosomes en présence dans chaque hybride n'ont aucune affinité entre eux.

Au début de cette MI, les univalents s'assemblent le plus souvent près des pôles et parfois restent ainsi en place (fig. I) pendant que les éléments conjugués, lorsqu'ils existent, se mettent en plaque équatoriale (fig. II). Mais les univalents, du moins certains d'entre eux, peuvent aussi se grouper ultérieure-

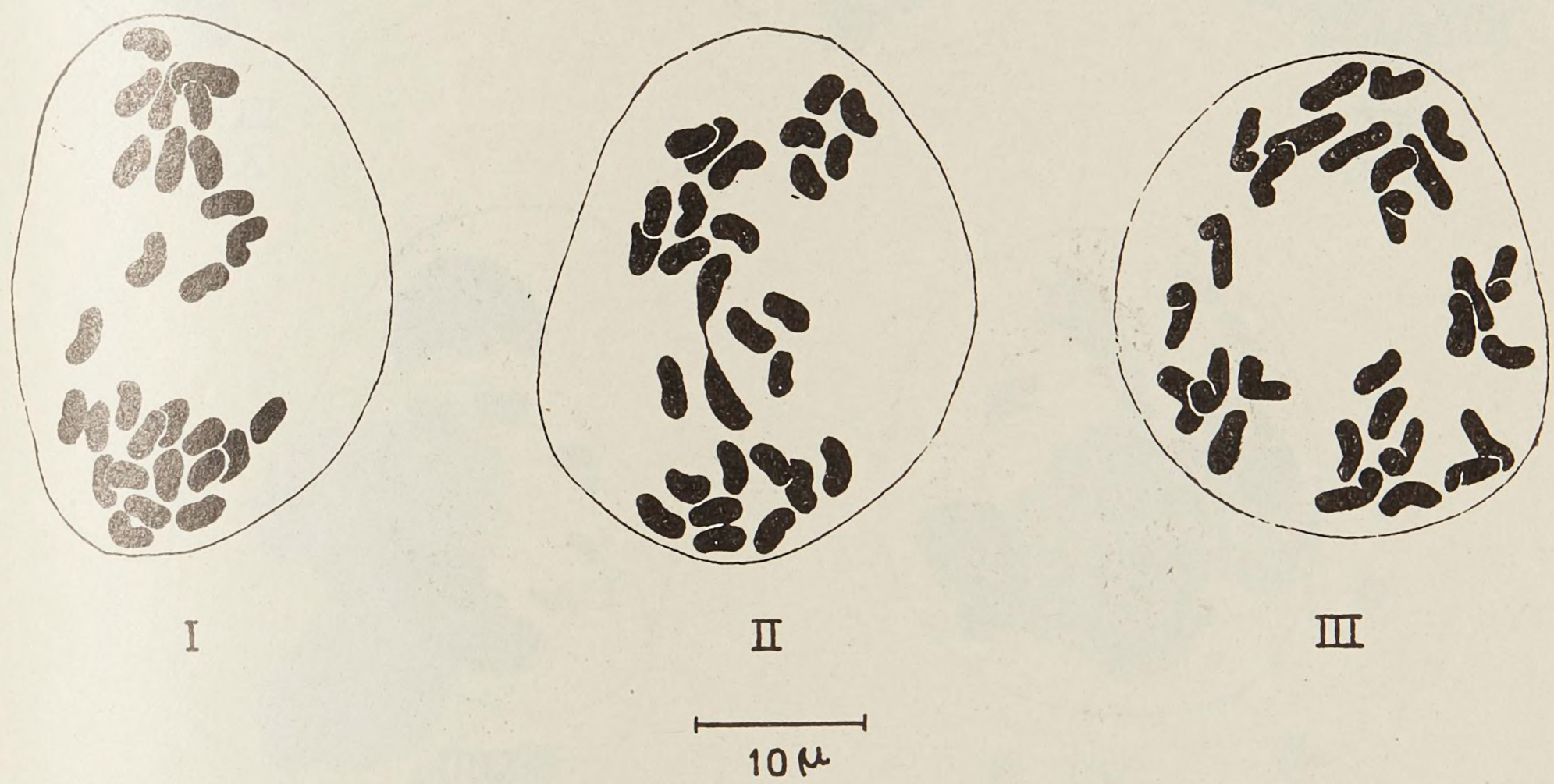


FIG. I-III. — Métaphases hétérotypiques : Fig. I-II : *Ae. ventricosa* × *T. dicoccum* et Fig. III. *Ae. ventricosa* × *durum*.

FIG. I. — : 28 univalents irrégulièrement assemblés aux pôles.
FIG. II. — : $1_{II} + 26_{I}$, la plupart des univalents groupés aux pôles.
FIG. III. — : 28 univalents dispersés sur la longueur d'un fuseau incurvé sur la presque totalité du pourtour de la cellule.

ment dans la région équatoriale, entourer le ou les bivalents éventuellement formés (fig. II) ou bien être irrégulièrement dispersés sur toute la longueur du fuseau. Il est curieux de noter que ce fuseau peut s'incurver très profondément, et, il est souvent si allongé, qu'il dépasse largement le diamètre de la cellule, de sorte que les chromosomes semblent être répartis sur tout le pourtour de la cellule (fig. III). Ajoutons que cette incurvation est parfois tellement accusée qu'elle provoque la formation d'un coude et l'apparition de deux fuseaux jumeaux ayant pour pôle commun les univalents situés dans la partie centrale, ainsi trois pôles (très rarement 4) au lieu de deux sont présents. Signalons que chacun de ces deux fuseaux porte un nombre chromosomique voisin de celui des parents (14 + 14 dans le cas présent).

Les bivalents sont droits, très faiblement associés, avec un chiasma ter-

minal, souvent réduit à un fin tractus de chromatine (fig. II), plus rarement subterminal. Nous n'avons jamais observé chez ces hybrides F_1 de bivalents en forme d'anneau avec deux chiasmata.

A l'*anaphase hétérotypique*, le devenir des univalents est fonction de leur

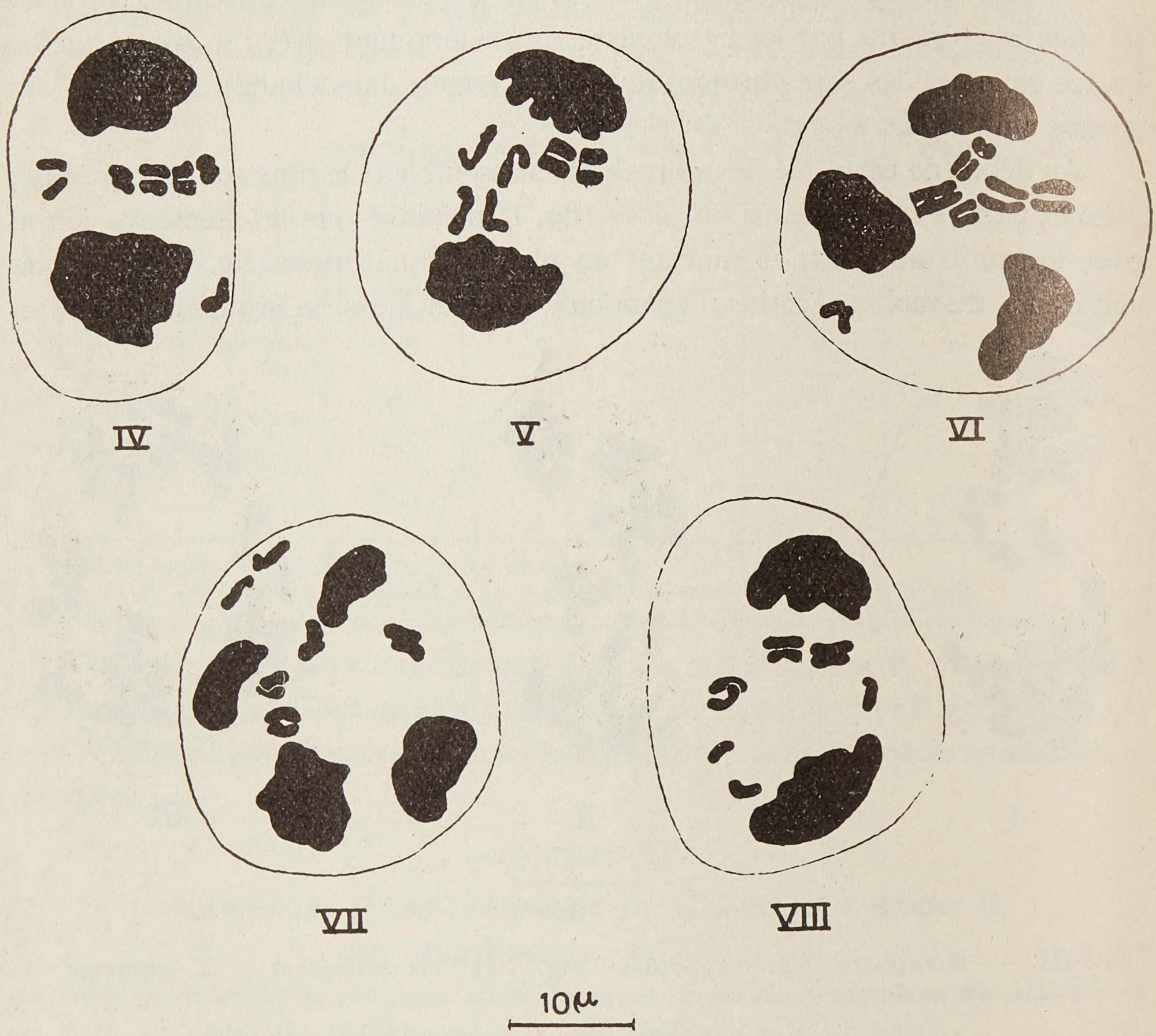


FIG. IV-VIII. — Anaphases ou Ana-télophases hétérotypiques ; Fig. IV et V : *Ae. ventricosa* × *T. dicoccum* ; Fig VI et VII : *Ae. ventricosa* × *T. durum* et Fig VIII : *Ae. ventricosa* × *T. Timopheevi*.

FIG. IV. — : 6 univalents, 5 en seconde plaque équatoriale entre les masses anaphasiques, 2 sont en train de se diviser.

FIG. V. — : 4 univalents, deux clivés à proximité d'une masse anaphasique et 2 divisés dont les moitiés émigrent vers les 2 pôles de l'image caryocinétique.

FIG. VI. — : 3 masses anaphasiques et 6 retardataires dont 2 divisés, un septième élément isolé dans le cytoplasme sur la périphérie de la cellule.

FIG. VII. — : 4 masses anaphasiques, 4 retardataires et 1 élément isolé divisé à la périphérie de la cellule.

FIG. VIII. — : 4 chromosomes entre les masses anatélophasiques, 2 se divisent et un 1/2 univalent est isolé dans le cytoplasme, l'autre étant inclus dans une des masses polaires.

position sur le fuseau. Tous fortement clivés, au hasard, certains se divisent équationnellement, et ceux qui se trouvent dans la région centrale s'assemblent quelquefois, entre les moitiés disjointes du ou des bivalents présents, pour former une seconde plaque équatoriale plus ou moins régulière (fig. IV). Ils émigrent ensuite, divisés ou non, vers les pôles de l'image caryocinétique où ils sont le plus

fréquemment englobés dans les noyaux-fils qui se forment. Un univalent qui se divise à l'équateur donnera une de ses moitiés à chaque pôle alors qu'un univalent situé au delà de l'équateur donnera ses deux moitiés au pôle le plus proche (fig. V). Quant aux univalents de la région centrale d'un fuseau tripolaire, c'est-à-dire du pôle commun, ils subissent généralement toutes les trans-

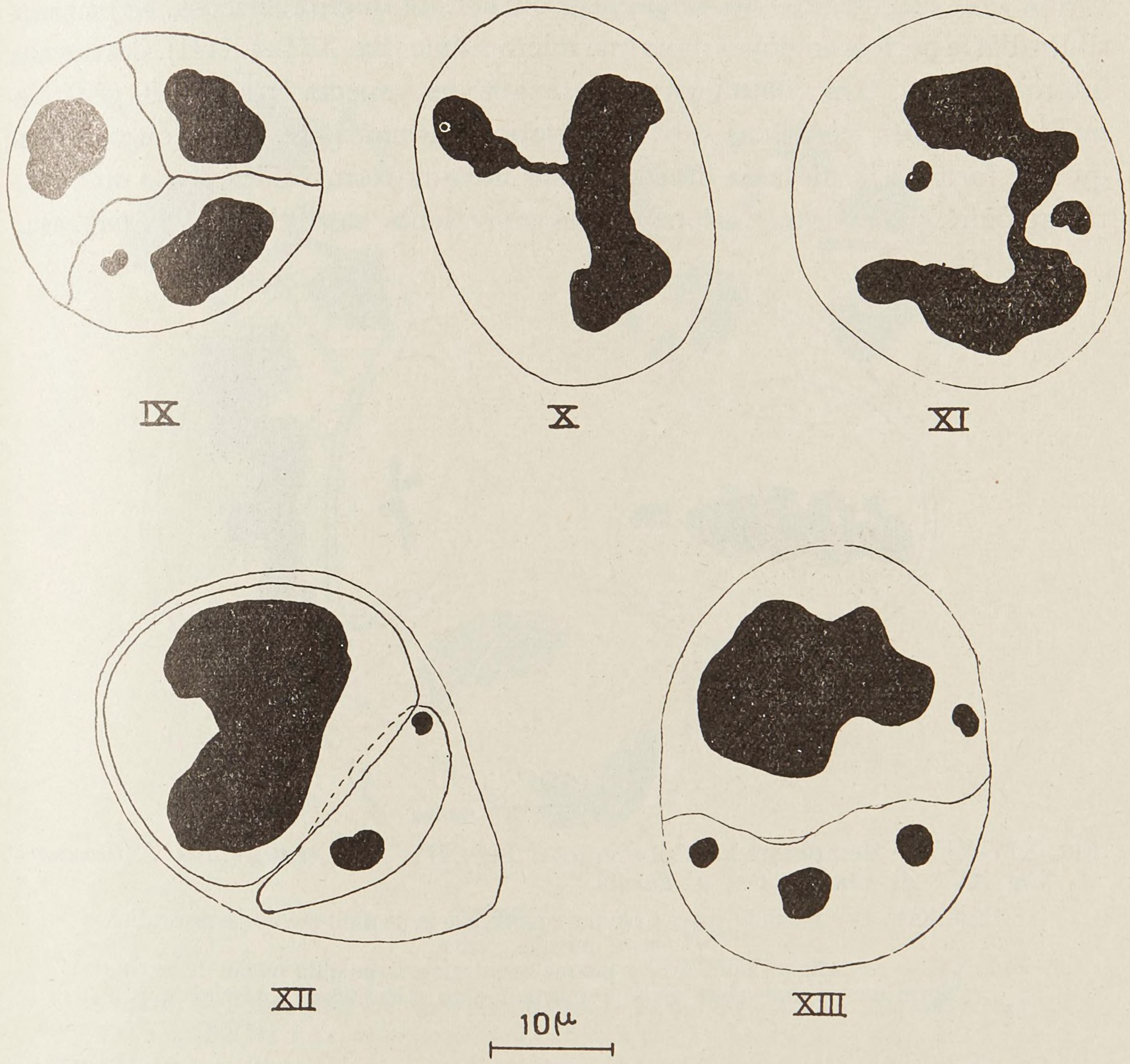


FIG. IX-XIII. — Intercinèses ; Fig. IX, X, XII : *Ae. ventricosa* × *T. dicoccum* ; Fig. XI, XIII : *Ae. ventricosa* × *T. durum*.

FIG. IX. — : 3 cellules, l'une d'elles avec 1 noyau et 1 micronoyau.
FIG. X. — : 1 cellule avec un « noyau de restitution » fortement lobé.
FIG. XI. — : 1 cellule avec un « noyau de restitution » lobé et 2 micronuclei.
FIG. XII. — : 2 cellules, l'une avec 1 gros noyau, l'autre avec 2 micronuclei.
FIG. XIII. — : 2 cellules, l'une avec 1 noyau énorme et 1 micronoyau, l'autre avec 3 micronuclei.

formations ana-télophasiques sans déplacement ultérieur (fig. VI et VII). Signalons que fréquemment des éléments retardataires n'atteignant pas les pôles demeurent isolés entre les deux ou trois noyaux-fils formés, ou à proximité (fig. VIII).

A l'*intercinèse*, si deux ou trois noyaux-fils sont présents et assez bien dispersés, une ou plusieurs membranes peuvent les séparer et former jusqu'à trois cellules-filles dont les noyaux, de volume et de constitution chromosomique

très différents, peuvent être accompagnés d'un ou plusieurs micronuclei qui ont pour origine les chromosomes restés isolés dans le cytoplasme (fig. IX).

Par contre, si les masses télophasiques sont plus ou moins liées par des éléments chromosomiques retardataires, une membrane nucléaire peut les inclure en totalité (fig. X) ou en presque totalité formant des « noyaux de restitution » ou « monades » accompagnées ou non de micronuclei (fig. XI) susceptibles d'être parfois englobés dans une microcellule (fig. XII et XIII). Ces noyaux intercinétiques, très volumineux et prenant des aspects très variés, généralement multilobés, n'ont pas subi la réduction chromatique. Ainsi, on voit donc qu'il se forme à la fin de la division I des noyaux tétraploïdes, hypo ou hypertétraploïdes ; ces derniers lorsque des univalents se divisent à l'anaphase.

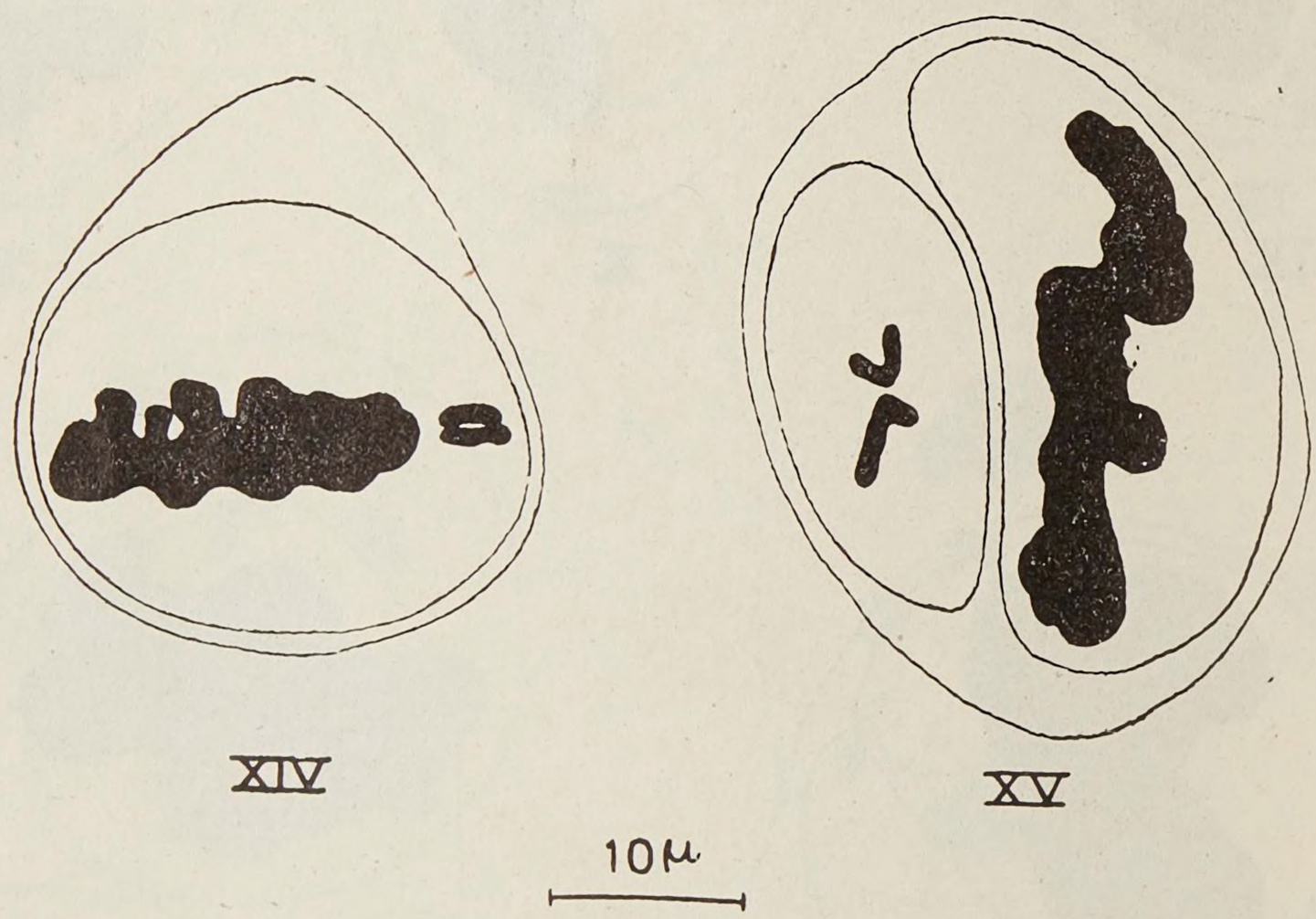


FIG. XIV-XV. — Métaphases homéotypiques ; Fig XIV : *Ae. ventricosa* × *T. dicoccum* et Fig. XV : *Ae. ventricosa* × *T. durum*.

FIG. XIV. — : 1 cellule avec 1 plaque équatoriale issue d'un noyau de restitution et 1 univalent clivé.

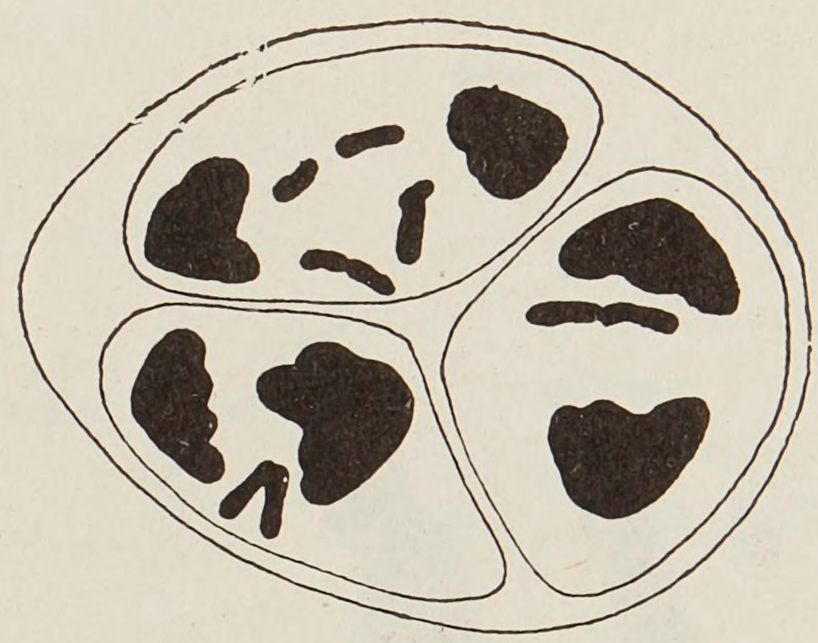
FIG. XV. — : 2 cellules, l'une avec 1 plaque équatoriale issue d'un noyau de restitution, l'autre avec 1 univalent divisé provenant d'un micronoyau intercinétique.

La *métaphase homéotypique* est en conséquence très irrégulière. Chaque cellule-mère donne naissance à autant de plaques équatoriales (1-3) qu'il y a de cellules-filles. Issus des micronuclei intercinétiques, des éléments chromosomiques se trouvent isolés dans le cytoplasme, soit autour du noyau (fig. XIV). soit dans une micro-cellule (fig. XV).

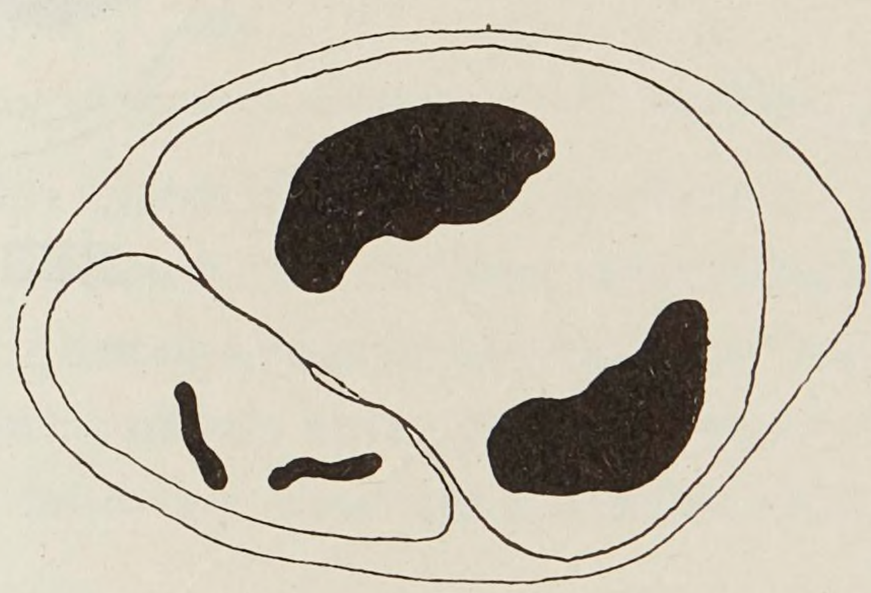
L'*anaphase homéotypique* est également irrégulière par suite de la présence des univalents divisés à l'anaphase I. Certains demeurent sur le fuseau, entre les masses anaphasiques émigrant au hasard vers les pôles (fig. XVI), quelques-uns étant susceptibles de se diviser transversalement (mis-division) (fig. XVII), Ces retardataires sont le plus souvent inclus dans les nouveaux noyaux-fils ou bien demeurent dans le cytoplasme s'ajoutant aux isolés de l'intercinèse qui, à leur tour, se divisent sur place lorsqu'ils sont restés indivis à l'anaphase (fig. XVIII).

Au stade *tétrade*, en fin de méiose, on observe le plus généralement quatre cellules (fig. XIX), parfois six (fig. XX), dans chacune desquelles, outre un noyau de taille fort variable, on trouve fréquemment 1-3 micronuclei. Une ou deux microcellules surnuméraires ont été également notées dans quelques rares cas. Par contre, on peut constater l'existence assez fréquente de « diades » issues des « monades » intercinétiques ; elles sont souvent irrégulières par suite, soit de la

XVI



XVII



XVIII

10 μ

Fig. XVI-XVIII. — Anaphases ou Ana-télophases II ; Fig. XVI-XVII : *Ae. ventricosa* × *T. durum* et Fig. XVIII : *Ae. ventricosa* × *T. dicoccum*.

Fig. XVI. — : 2 cellules et 4 masses anaphasiques avec des 1/2 univalents retardataires et 1 fragment.

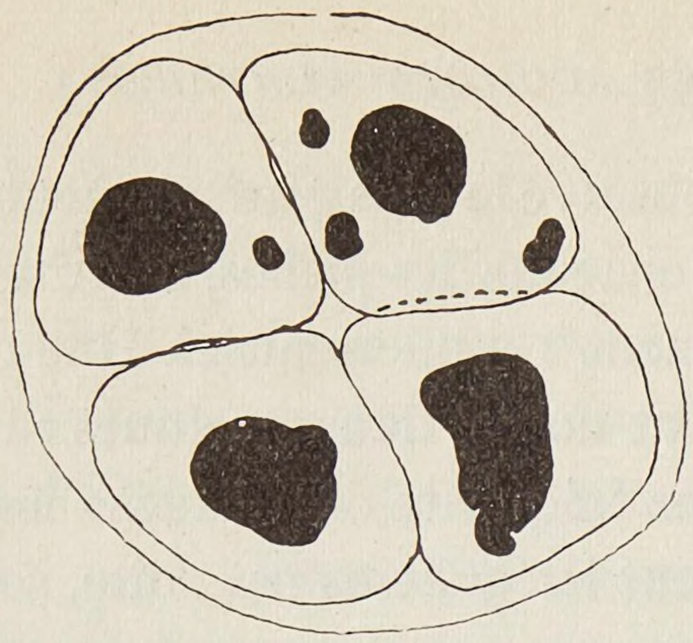
Fig. XVII. — : 3 cellules et 6 masses anaphasiques avec des éléments retardataires.

Fig. XVIII. — : 2 cellules, 2 masses anaphasiques issues d'un noyau de restitution et un univalent divisé dans 1 micro-cellule.

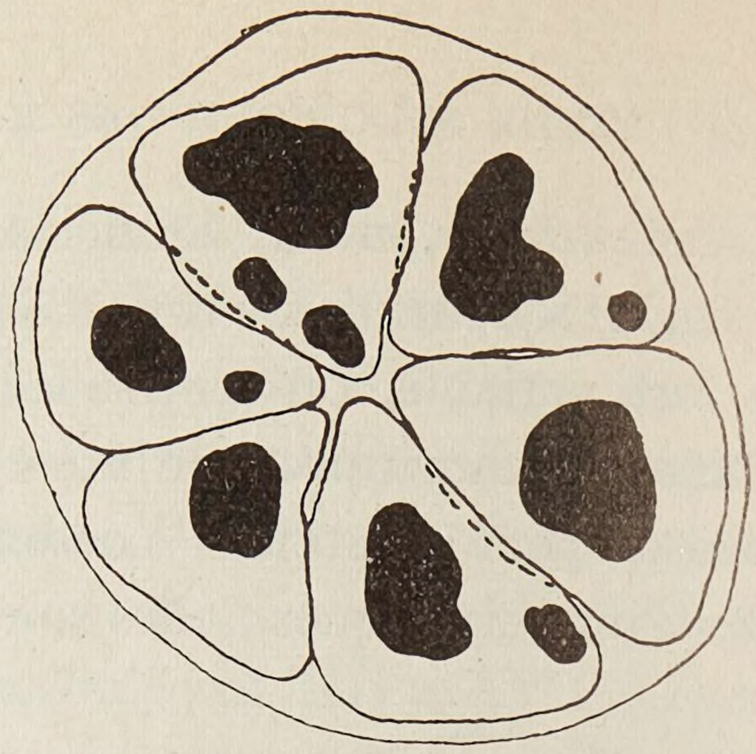
présence de 1-2 micronuclei internes (fig. XXI), soit le plus souvent de ce qu'elles sont accompagnées de microcellules (1-4) non fonctionnelles (fig. XXII-XXIV). Ces micronuclei et microcellules proviennent des éléments restés dans le cytoplasme au stade précédent. Les « diades » donnent naissance à des microspores tétraploïdes, hypo- ou hyper-tétraploïdes.

Les étamines de ces hybrides sont indéhiscentes, ne libérant aucun pollen à maturité.

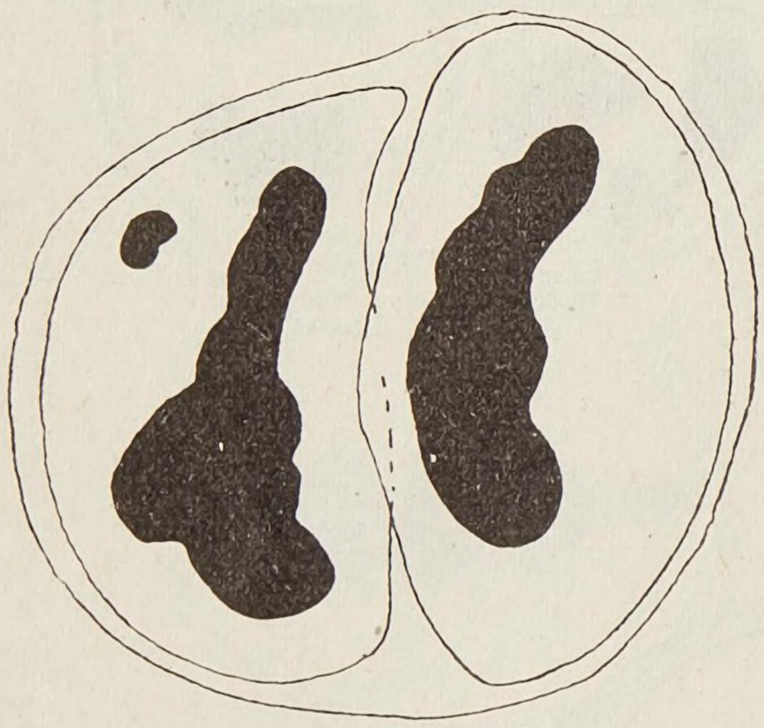
La courbure si curieuse du fuseau observée chez ces hybrides F_1 lors de la MI et de l'anaphase I et la formation de fuseaux tripolaires ont déjà été signa-



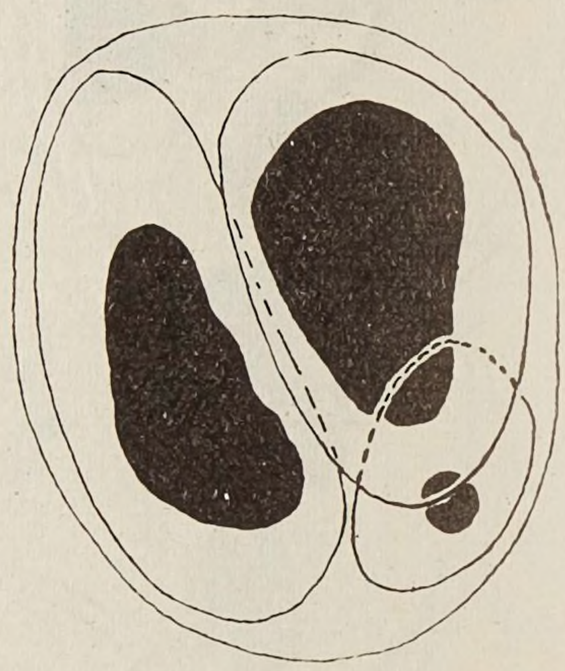
XIX



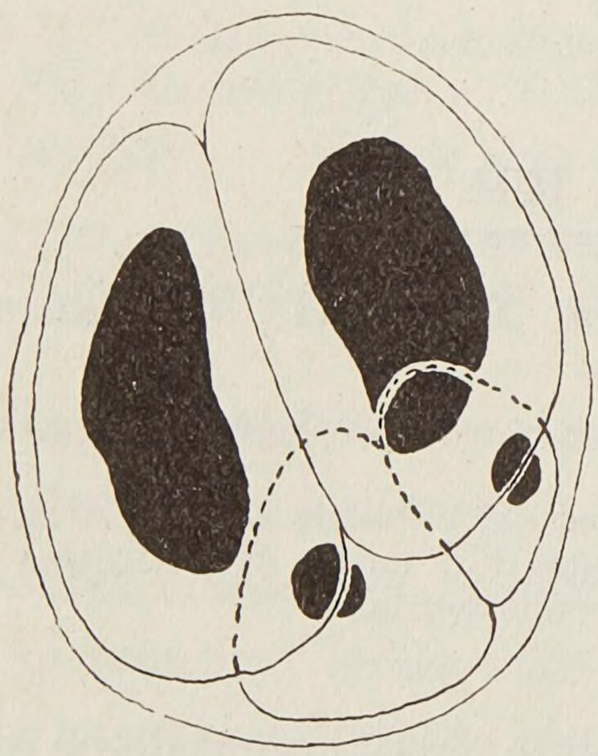
XX



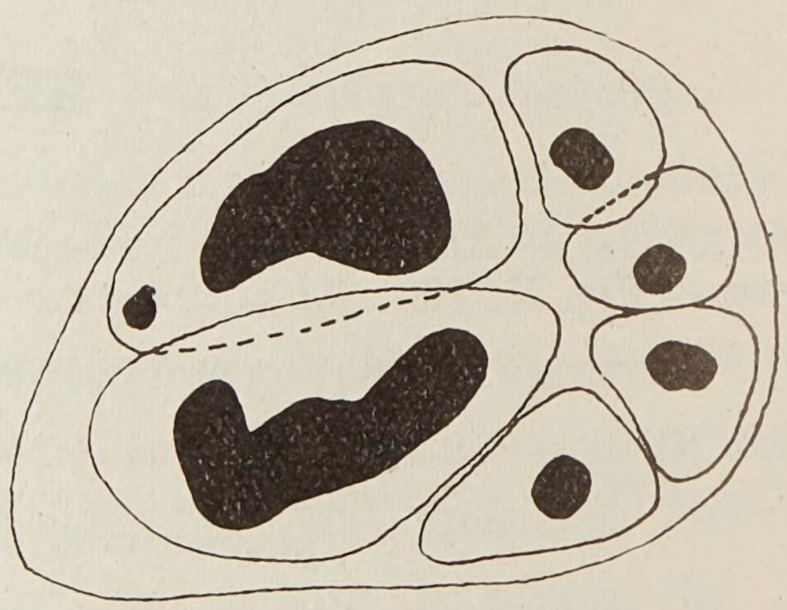
XXI



XXII



XXIII



XXIV

10 μ

FIG. XIX-XXIV. — Cellules-mères au stade Tétrade ; Fig. XIX, XXII, XXIII, XXIV : *Ae. ventricosa* × *T.dicoccum* ; Fig XX : *Ae. ventricosa* × *T. durum* et Fig. XXI : *Ae. ventricosa* × *T. Timopheevi.*

FIG. XIX. — : 4 cellules, 3 d'entre elles composées d'un noyau et de 1-3 micronuclei.
FIG. XX. — : 6 cellules, 5 d'entre elles comprenant un noyau et 1-2 micronuclei.
FIG. XXI. — : diade, dont 1 cellule formée d'un noyau et d'un micronoyau.
FIG. XXII. — : diade, 2 cellules et 1 microcellule.
FIG. XXIII. — : diade, 2 cellules et 2 microcellules.
FIG. XXIV. — : diade, 2 cellules et 4 microcellules.

lées et très bien décrites par AASE (1930) et ensuite par MATSUMOTO (1933) chez divers hybrides Blé × Seigle et Aegilops × Blé.

Ces plantes F_1, cultivées entre les géniteurs, ne sont pas entièrement stériles. Soit en fécondation libre (Tableau III), soit en les recroisant avec leur parent *Triticum*, soit encore en les hybridant avec *Triticum vulgare* (Blé Vilmorin 27) à $n = 21$, nous avons récolté quelques graines viables.

TABLEAU III

Fertilité des hybrides F_1 : Aegilops ventricosa × Triticum 4 *n*

Aegilotricum F_1 étudiés	Nombre d'épis	Nombre d'épillets	Nombre de grains	Nombre moyen de grains	
				par épi	par épillet
Ae. ventricosa × *T. dicoccoïdes*	30	398	13	0,43	0,03
Ae. ventricosa × *T. durum*.	47	514	23	0,48	0,04
Ae. ventricosa × *T. dicoccum*	133	1663	25	0,18	0,01
T. dicoccum × *Ae. ventricosa*	8	92	0	—	—
Ae. ventricosa × *T. Timopheevi*	25	325	3	0,12	0,01

Seuls les hybrides trispécifiques *(Ae. ventricosa* × *T. durum)* × *T. vulgare* et *(Ae. ventricosa* × *T. dicoccum)* × *T. vulgare* seront étudiés dans la présente Note. De ces deux croisements nous avons pu obtenir trente-cinq plantes à nombre chromosomique somatique compris entre $2n = 46$ et $2n = 50$ (Tableau IV) : treize d'entre elles étant à $2n = 49$. Tous ces individus correspondent donc à l'union

TABLEAU IV

Constitution chromosomique des hybrides F_1 × Triticum vulgare

Matériel étudié	Formule chromosomique diploïde observée					Nombre de cellules examinées
	46	47	48	49	50	
(Ae. ventricosa × *T. durum)* × *T. v. Vilmorin 27*	3	4	2	2	2	13
(Ae. ventricosa × *T. dicoccum)* × *T. v. Vilmorin 27*	1	7	5	11	—	24
Totaux	4	11	7	13	2	37

d'ovules à noyaux totalement ou partiellement non réduits à $2n = 25, 26, 27, 28$ et 29 avec un gamète ♂ normal à $n = 21$ (Tableau V). Ces gamètes ♀ tétraploïdes ou voisins de la tétraploïdie doivent correspondre aux « diades » observées à la fin de la méiose des cellules-mères des grains de pollen des F_1.

La méiose des trihybrides n'a été analysée que chez une plante à $2n = 49$ de chacune des deux combinaisons réalisées.

TABLEAU V

Formule des gamètes ♀ fonctionnels chez les hybrides F_1 *lors de leur croisement*

Formule chromosomique		
des hybrides obtenus par recroisements $2n$	des parents	
	♂ n	♀ n
46	21	25
47	21	26
48	21	27
49	21	28
50	21	29

Dans l'ensemble, à la *métaphase hétérotypique* il existe des univalents (5-15), des bivalents (14-20), des trivalents (0-4), des tétravalents (0-2), et chez le premier un hexavalent a été noté dans une cellule (Tableau VI) ; c'est-à-dire

TABLEAU VI

Associations chromosomiques à la méiose des hybrides F_1 × Triticum vulgare

Matériel étudié	Nombre de cellules examinées	Configurations chromosomiques observées à la MI											
		univalents		bivalents		trivalents		tétravalents		pentavalents		hexavalents	
		extr.	moy.	extr.	moy.	extr.	moy.	extr.	moy.	extr.	moy.	extr.	moy.
(*Ae. ventricosa* × *T. durum*) × *T. v. Vilmorin 27*	25	5-14	8,6	14-20	17,5	0-4	1,3	0-2	0,3	—	—	0-1	0,04
(*Ae. ventricosa* × *T. dicoccum*) × *T. v. Vilmorin 27*	20	5-15	9,5	14-20	17,5	0-3	0,7	0-2	0,6	—	—	—	—

respectivement une moyenne, par cellule, de 8,6 et 9,5 univalents, 17,5 bivalents, 1,3 et 0,7 trivalents, 0,3 et 0,6 tétravalents et 0,04 hexavalents chez le premier seulement, soit 40,3 et 39,5 éléments conjugués pour 19,1 et 18,8 configurations chromosomiques (fig. XXV et XXVI).

Les bivalents sont de deux formes, soit en anneaux (jusqu'à douze par cellule) avec les deux chiasmata terminaux, subterminaux ou bien l'un terminal et l'autre subterminal, soit droits avec un chiasma terminal ou subterminal.

Les éléments multivalents sont le plus souvent en forme de chaîne ouverte avec des chiasmata terminaux, parfois l'un d'entre eux subterminal. Des tétravalents en anneau ouvert sont observables dans quelques cas. L'hexavalent observé correspond à l'union d'un bivalent droit, par l'une de ses extrémités, à celle d'un tétravalent en chaîne.

Les univalents sont ou distribués au hasard dans la cellule ou demeurent à la périphérie de la plaque équatoriale formée par les éléments conjugués.

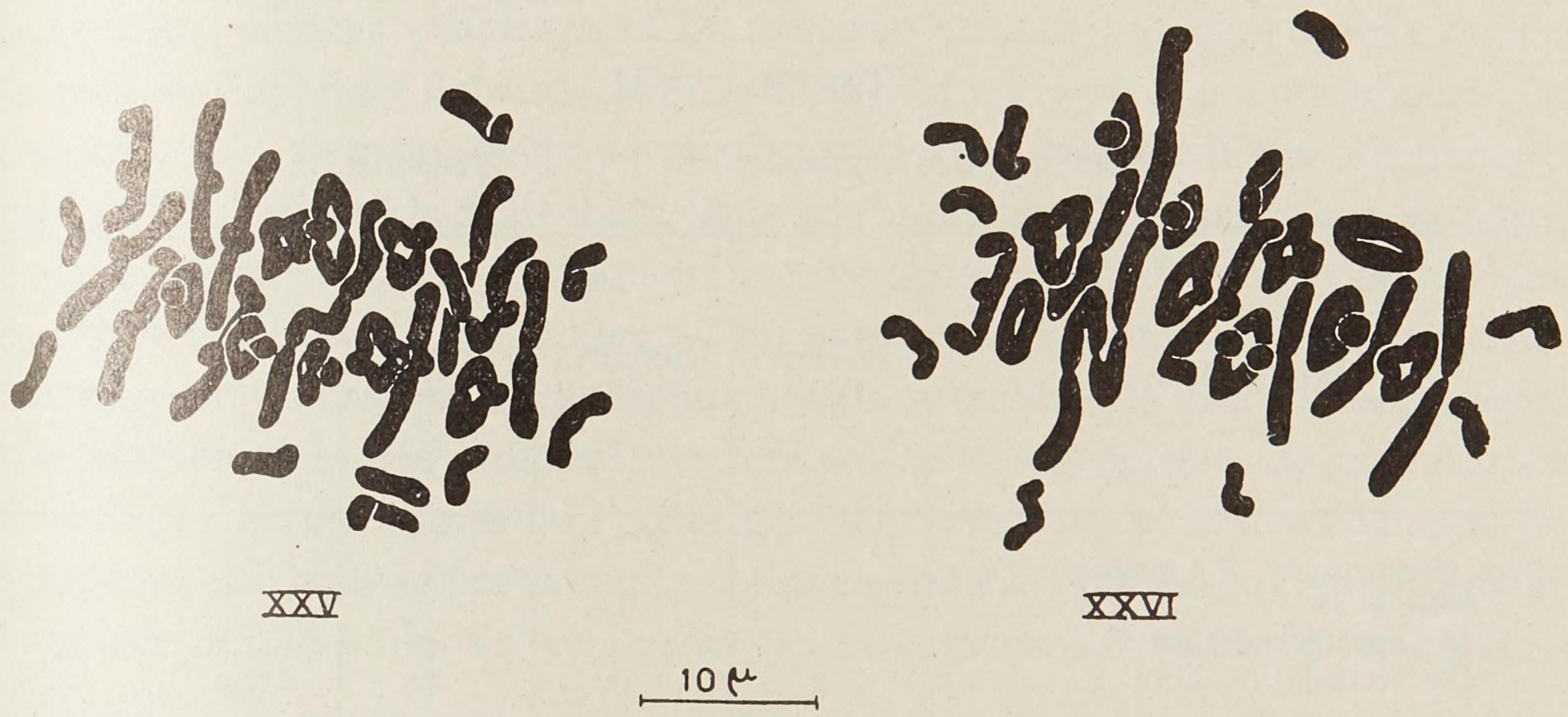


FIG. XXV et XXVI. — Métaphases hétérotypiques.

FIG. XXV. — *(Ae. ventricosa × T. durum) × T. v. Vilmorin 27*
Metaphase I = $2_{III} + 17_{II} + 9_{I}$

FIG. XXVI. — *(Ae. ventricosa × T. dicoccum) × T. v. Vilmorin 27*
Métaphase I = $1_{IV} + 18_{II} + 9_{I}$

A l'*anaphase hétérotypique*, entre les masses anaphasiques, surtout constituées par la disjonction des chromosomes conjugués, les univalents présents sur le fuseau dans la région centrale (6-12) peuvent s'assembler et former plus ou moins régulièrement une seconde plaque équatoriale. Ces univalents sont clivés ; au hasard, certains se divisent et émigrent ensuite pour la plupart vers les deux pôles. Cependant quelques retardataires restent isolés dans le cytoplasme.

A l'*intercinèse*, deux cellules-filles sont formées, chacune d'elles contenant deux noyaux de taille variable, très souvent accompagnés de micronuclei (2-5) ayant pour origine des chromosomes demeurés dans le cytoplasme au stade précédent.

A la *métaphase homéotypique*, autour des deux plaques équatoriales on retrouve les quelques chromosomes issus des micronuclei intercinétiques.

A l'*anaphase homéotypique*, il existe fréquemment des retardataires provenant très certainement des univalents qui se sont divisés à l'anaphase I. La plupart d'entre eux, au hasard, rejoindront les deux pôles où ils seront inclus avec les noyaux-fils nouvellement formés ou bien resteront dans le cytoplasme. De plus, les chromosomes provenant des micronuclei intercinétiques se divisent et peuvent être soit absorbés par les masses anaphasiques, soit laissés sur place pour donner naissance à de nouveaux micronuclei.

Au stade *tétrade*, quatre cellules sont formées et dans chaque microspore, outre un noyau d'aspect normal, on trouve assez souvent des micronuclei de taille très variable (jusqu'à 3).

A maturité, les étamines sont déhiscentes renfermant un pollen qui contient 50 à 60 % de grains bien conformés.

Tous ces hybrides à $2n = 49$ sont assez fertiles. Ainsi les deux plantes qui ont été étudiées cytologiquement ont, par exemple, donné respectivement, après autofécondation, une moyenne de 11,3 et 18,0 grains par épi (Tableau VII).

TABLEAU VII

Fertilité des hybrides F_1 × T. vulgare

Matériel étudié	Nombre d'épis	Nombre d'épillets	Nombre de grains	Nombre moyen de grains	
				par épi	par épillet
(*Ae. ventricosa* × *T. durum*) × *T. v. Vilmorin 27*					
(A) autofécondation (1)	4	71	46	11,5	0,6
(B) fécondation libre	2	32	22	11,0	0,6
(AB) réunis	6	103	68	11,3	0,6
(*Ae. ventricosa* × *T. dicoccum*) × *T. v. Vilmorin 27*					
(A) autofécondation (1)	5	78	105	21,0	1,3
(B) fécondation libre	8	106	129	16,1	1,2
(AB) réunis	13	184	234	18,0	1,2

(1) Autofécondations effectuées sur les épis maîtres.

Le mode d'association chromosomique observé à la métaphase hétérotypique de ces deux hybrides trispécifiques représente, d'une part, la conjugaison de 14 chromosomes *durum* ou *dicoccum* avec leurs homologues *vulgare* (génômes A et B), d'autre part, l'union de quelques chromosomes du troisième stock *vulgare* (génôme C) avec un nombre égal d'éléments *ventricosa* qui n'ont entre eux qu'un comportement fortement asyndétique comme l'a montré la méiose des hybrides *Ae. ventricosa* × *durum* et *dicoccum*. En effet, s'il n'y avait aucune homologie entre le génôme C *vulgare* et les chromosomes *ventricosa* on devrait trouver 21 univalents ($14_{II} + 21_{I}$) alors que si cette homologie était totale ce sont 7 univalents qui devraient être observés ($21_{II} + 7_{I}$). Or, la présence de 8,6 et 9,5 univalents indique que l'homologie existe bien, mais qu'elle est incomplète.

Ces résultats concordent avec ceux obtenus par SEARS (1944) qui, en procédant différemment, a également trouvé des plantes à $2n = 47$, 48 et 49 en croisant *T. aestivum* (= *T. vulgare*) avec des amphidiploïdes colchiciniques

Ae. ventricosa × *T. durum* ($n = 28$). Ces plantes à $2n = 49$ ont, en moyenne, 8,7 univalents par cellule. Quelques trivalents et tétravalents ont été aussi observés. Ainsi se trouve confirmée l'existence d'une homologie forte, mais incomplète, entre des chromosomes du génôme C de *T. vulgare* avec les éléments *ventricosa* car, comme SEARS, nous n'avons jamais trouvé de cellule ayant exactement la formule $21_{II} + 7_I$. SEARS pense même que cette homologie est imparfaite et qu'elle correspond plutôt à une homéologie c'est-à-dire à une « homologie comprenant une ou plusieurs régions de deux chromosomes et non pas leur entière longueur ». KIHARA et LILIENFELD (in Kihara, 1932) après examen de plusieurs hybrides interspécifiques d'*Aegilops* à $n = 14$, notamment *Ae. ventricosa* × *cylindrica*, concluent que *Ae. ventricosa* ne possède pas le génôme C présent dans *cylindrica*. Mais il est également possible d'envisager que les chromosomes *ventricosa* qui se conjuguent avec ceux du génôme C *vulgare* pourraient aussi bien appartenir à un génôme C en partie modifié structuralement (translocations, par exemple) ce qui expliquerait la présence des multivalents observés. Cependant, de tels multivalents seraient aussi susceptibles de provenir de l'affinité des chromosomes de l'autre génôme *ventricosa* pour des éléments de génômes A et B *vulgare* par exemple, comme semble le montrer le comportement méiotique de l'hybride *Ae. ventricosa* × *T. aegilopoïdes* (KIHARA et LILIENFELD, 1931).

Le croisement *Ae. ventricosa* × *T. vulgare* éclaircirait le problème, malheureusement cet hybride n'a pu encore être réalisé d'une façon certaine, du moins nous n'avons pas encore pu le réussir, et il ne semble pas avoir été signalé dans la littérature.

Il est encore intéressant de constater, comme plusieurs Auteurs l'ont déjà observé, notamment KATAYAMA (1938) que les ovules fonctionnels des F_1 *Ae. ventricosa* × *T. durum* et *dicoccum*, ainsi que ceux de l'*Ae. ventricosa* × *T. Timopheevi (loc. cit.)*, sont à nombres chromosomiques non réduits et que le doublement chromosomique partiel ou total observé est d'origine ♀.

Enfin, du point de vue pratique, ces trihybrides peuvent présenter un certain intérêt depuis que l'on sait, d'après SPRAGUE (1936), que l'*Ae. ventricosa* offre une certaine résistance au piétin *(Cercosporella herpotrichoïdes)* [1]. Si les facteurs de résistance se trouvent sur le génôme C modifié de *Ae. ventricosa*, ils peuvent être transmis aux chromosomes C *vulgare* par accouplement et crossing-over d'éléments homéologues. La descendance des deux trihybrides obtenus avec le Blé Vilmorin 27 sera étudiée à cet effet.

BIBLIOGRAPHIE

AASE (H. C.). — Cytology of *Triticum*, *Secale* and *Aegilops* hybrids with reference to phylogeny. *Res. Studies of the State Coll. Wash.*, **2**, 1, 1930.

BELL (G.). — Investigations in the *Triticinae*. I. Colchicine techniques for chromosome doubling in interspecific and intergenetic hybridization. *J. Agric. Sci.*, **40**, 9-18, 1950.

[1] Inoculation de cultures pures du champignon parasite en serre, à ARLINGTON (U. S. A.) en 1932-33.

BLARINGHEM (L.). — Un nouvel hybride fertile d'*Aegilops* et Blé (*Aegilops ventricosa* Tausch × *Triticum turgidum* L.). *C. R. Acad. Sci.*, **181**, 807, 1925.

BLARINGHEM (L.). — Nouveaux hybrides d'*Aegilops* et de *Triticum*. *B. Biol France Belg.*, **60**, 343, 1926.

DUCELLIER (L.). — Quelques observations sur l'*Aegilops ventricosa* Tausch et son hybridation naturelle en Algérie avec le Blé. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, **26** ; 156, 1936.

KATAYAMA (Y.). — Variation in the number of bivalent chromosomes in the F. 1 hybrids between *Triticum durum* and *Aegilops ventricosa*. *Bot. Mag., Tokyo*, **45** ; 424, 1931.

KATAYAMA (Y.). — Progenies of some intergeneric hybrids among *Aegilops Triticum* and *Aegilotricum*. *Jap. j. Bot.*, **9**, 3, 335, 1938.

KIHARA (H.). — Genomanalyse bei *Triticum* und *Aegilops*. IV. KIHARA, H. und LILIENFELD, F., Untersunchingen an *Aegilops* × *Triticum* — und *Aegilops* × *Aegilops*. Bastarden. *Cytologia*, 3, 384, 1932.

KIHARA (H.). — Genomanalyse bei *Triticum und Aegilops*. V. LILIENFELD, F. und KIHARA H. *Triticum Timopheevi* Zhuk. *Cytologia*, **6**, 87-122, 1934.

LEIGHTY (C. E.) et SANDO (W. J.). — A trigeneric hybrid of *Aegilops*, *Triticum* and *Secale*. *J. Hered*, **18**, 10, 433-442, 1927.

MATSUMOTO (K.). — Zur Kritik der Kryptogonomerie Theorie von Bleier. *Mem. Coll. Agric., Kyoto, Imp. Univ.*, n° 25, 1933.

PERCIVAL (J.). — Cytological studies of some hybrids of *Aegilops* sp. × wheats and of some hybrids between different species of *Aegilops*. *J. Genetics*, **22** 2, 201-278, 1930.

SEARS (E. R.). — The amphidiploïds *Aegilops cylindrica* × *Triticum durum* and *Ae. ventricosa* × *T. durum* and their hybrids with *T. aestivum*. *J. Agric. Res.*, **68**, 3, 135-143, 1944.

SIMONET (M.). — Régularisation et augmentation de la fertilité chez certains *Aegilotricum*. I. *Aegilops ventricosa* × *Triticum Timopheevi*. *C. R. Acad. Sci.*, **227**, 1417, 1948.

SOROKINIA (O. N.). — A fertile and constant 42 — chromosomes hybrid *Aegilops ventricosa* Tausch × *T. durum* Desf. *Bull. App. Bot. Genet. et plant Breed.*, Série II, 7, 11, 1937.

SOROKINIA (O. N.). — The rôle of amphidiploïds and other balanced types in crosses between widely separated forms. *C. R. Acad. Sci. U. R. S. S.*, **20**, 7-8, 591, 1938.

SPRAGUE (R.). — Relative susceptibility of certain species of graminae to *Cercosporella herpotrichoides*. *J, Agric. Res.*, **53**, 9, 659-669, 1936.

TRABUT (M. L.). — Un hybride nouveau d'*Aegilops* : × *Triticum Rodeti* (*Aegilops ventricosa* × *Triticum durum*). *Bull. Soc. Bot. Fr.*, **66**, 28, 1919.

L'INCOMPATIBILITÉ DANS ŒNOTHERA MISSOURIENSIS SIMS

PAR

R. LINDER

Faculté des Sciences de l'Université de Strasbourg

PLAN DU MÉMOIRE

I. — **L'Autostérilité dans** *Oenothera missouriensis.*

Premières observations.
Morphologie florale.
Valeur du pollen.
Biologie florale.
Vérification expérimentale de l'autostérilité.
Pollinisation en boutons.
Pollinisation répétée.

II. — **L'Incompatibilité dans** *Oenothera missouriensis.*

A. — Le fait de l'incompatibilité :
Analyse factorielle.
Résultats expérimentaux.
B. — Mécanisme physiologique de l'incompatibilité :
Technique.
Examen histologique.
Appréciation de croissance des tubes.
C. — Expériences complémentaires.

III. — **Conclusion.**

Bibliographie.

Œnothera missouriensis Sims. (*Megapterium missouriense Spach*) vit à l'état naturel dans le Kansas, le Texas, le Missouri et le Mexique. C'est une plante herbacée, vivace, à port couché, répandue en Europe uniquement dans les jardins à titre décoratif. La taille de ses grandes fleurs jaunes (15-18 cm), la longue durée de sa floraison (mai à octobre), en font un matériel favorable aux opérations de pollinisation.

I. — L'AUTOSTÉRILITÉ DANS *ŒNOTHERA MISSOURIENSIS*

Premières observations

1ere **observation** : En 1947, il y a dans le Jardin Botanique de Strasbourg une dizaine d'exemplaires de cette plante. On peut constater ce fait remar-

quable : le petit nombre de capsules qui se forment après une abondante floraison.

2e fait : En 1947 également, un horticulteur de Colmar montre dans ses établissements un exemplaire qui reste stérile. La plante est multipliée par boutures, tous les individus de ce clone restent stériles malgré la bonne floraison.

observation d'auteur : Le botaniste anglais GATES avait constaté l'autostérilité pour une plante (*Nature*, 1939, 143).

Morphologie florale

Les plantes du jardin possèdent un équipement normal de la fleur, 4 sépales tachetés ou non tachetés, selon la plante, 4 pétales jaunes, 8 étamines, normales, 1 pistil avec ovaire infère, pluriovulé, à 4 loges, surmonté du tube du calice qui enveloppe un style de 10 à 12 cm, terminé par 4 grands lobes stigmatiques.

Une plante fait exception : apparemment normale, ses anthères sont ratatinées, dépourvues de pollen. L'étude du conditionnement génétique de cette stérilité ♂, qui fait l'objet d'un travail spécial (1), a déjà montré que :

— des populations issues de croisements entre plantes à fleurs normales, l'une présente en mélange des plantes normales et des plantes ♂ stériles (13/4) ;

— la population issue du croisement ♂ stérile × normale montre également une ségrégation de plantes normales et plantes ♂ stériles (10/7).

« Les proportions observées suggèrent l'hypothèse d'un conditionnement monogénique, l'action du gène se manifeste sur toute la plante par l'arrêt de développement et la régression des tissus d'étamine ». Il s'agit donc d'une stérilité staminale somatique :

Plante normale { homozygote E/E
hétérozygote E/*e*

Plante ♂ stérile : homozygote récessif *e*/*e*.

Toutes les plantes qui ne présentent pas ce caractère héréditaire, fournissent du pollen normal.

Valeur du pollen

La valeur du pollen des plantes normales est vérifiée expérimentalement par des cultures in vitro sur agar sucré à concentration de 5, 10, 15 et 20 % de sucre.

(1) « Observations sur deux modes d'activité génique : stérilité staminale chez *Œnothera missouriensis*, stérilité pollinique chez quelques variétés de pommier ». Par A. GAGNIEU et R. LINDER (*Comm. Soc. Gén.*, 30-11-48).

La concentration à 10 % paraît la plus favorable. Les limites de température pour la germination se trouvent entre 5° et 45°. Les tubes même bien développés et d'aspect normal, sont loin d'atteindre la longueur du style d'une

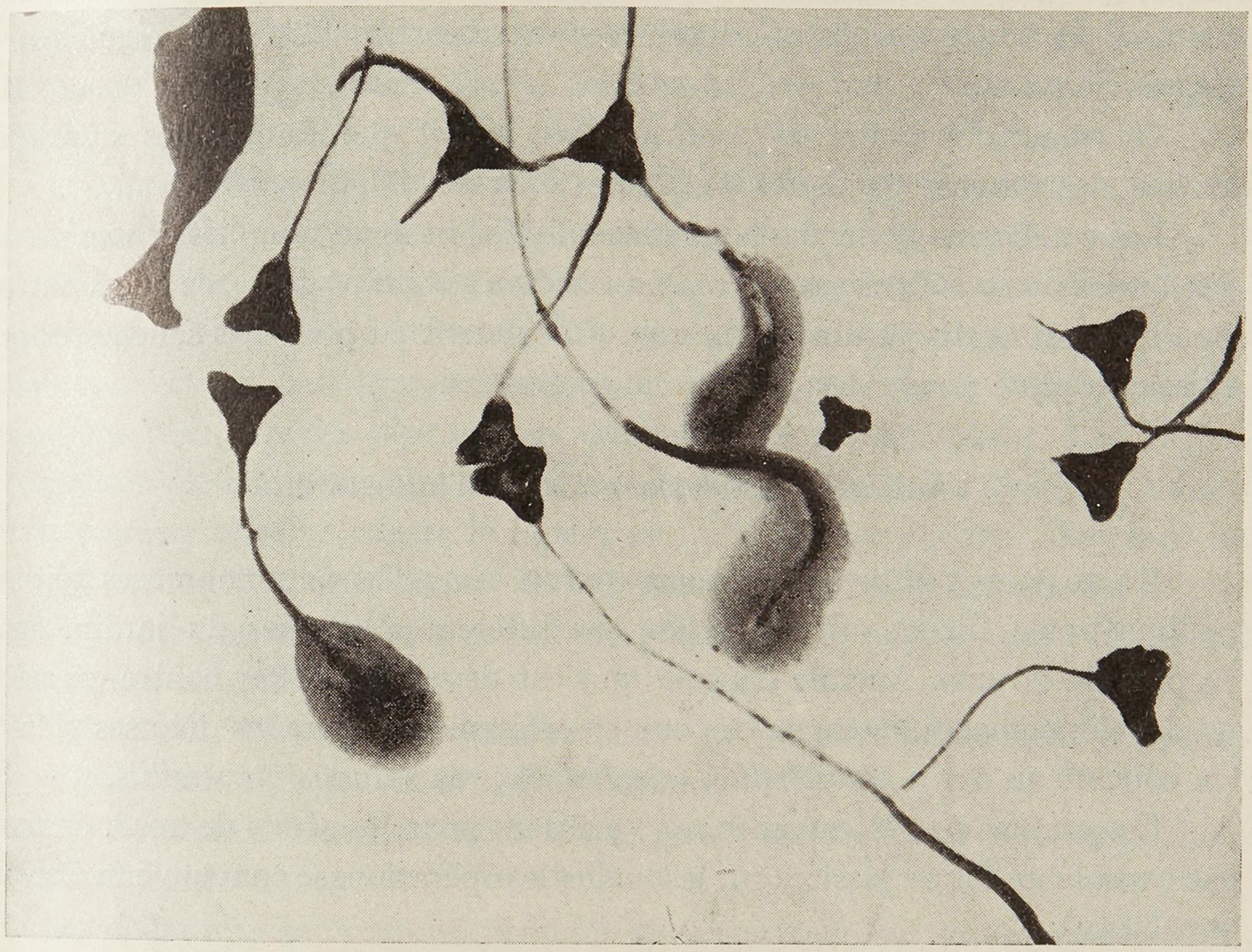


FIG. 1. — Culture pollinique d'*Œnothera miss.* in vitro.
Noter l'éclatement des tubes et le grain avorté qui ne germe pas.

fleur. En fin de saison on compte 1 à 85 % de mauvais pollen (agglutiné, grains ratatinés, pas de germination).

Biologie florale

L'observation montre que les anthères s'ouvrent dans le bouton, 24 à 48 heures avant l'épanouissement de la fleur qui se fait entre 7 et 8 heures du soir. A ce moment, le pollen retenu par une trame de fins filaments visqueux sur les parois des anthères, est encore en bon état.

Le transport de ce pollen est assuré par les abeilles et les bourdons, attirés par l'abondant nectar qui remplit le tube du calice. Les abeilles extrêmement actives, visitent méthodiquement une fleur après l'autre et tout leur corps velu s'enveloppe de pollen dont les grains très gros et visqueux sont particulièrement adhérents. Un seul de ces insectes peut garantir journellement la pollinisation de plusieurs centaines de plantes.

Les conditions de morphologie et de biologie florales n'interdisent donc pas la fécondité.

Une autre cause de stérilité, d'origine cellulaire, pourrait être un équipement chromosomique anormal du pollen.

La Méiose en anthère est normale ; à la métaphase I on voit 7 bivalents disposés régulièrement, 3 avec centromère médian, 3 avec centromère subterminal et 1 avec centromère sub-médian. Les tétrades sont régulières et d'aspect normal.

La valeur des ovules est confirmée par le fait que les capsules mûres présentent des rangées régulières de graines bien développées.

Les conditions pour une bonne fécondité sont donc remplies et *une stérilité due à une incapacité des organes reproducteurs n'est pas en cause*, ce que montrent bien les plantes du Jardin Botanique qui existent en plusieurs souches et produisent chaque année des capsules avec graines.

Vérification expérimentale de l'autostérilité

En 1947, 155 autopollinisations (parmi lesquelles de nombreuses géitonopollinisations) furent effectuées sur les différentes souches du jardin, âgées de plus de 20 ans. Aucune capsule ne s'est développée. Par contre on relève 27 développements de capsules pour 57 croisements entre les diverses plantes. On conclut qu'il y a *autostérilité, interfertilité*, mais aussi *interstérilité*.

Les graines de ces capsules sont utilisées pour les semis de 1948, donnant par capsule un lot de plantes sur lesquelles les opérations se poursuivent. En voici le tableau :

TABLEAU I

Autopollinisations 1948

	Lot	Nombre de plantes	Nombre d'auto-pollinisations	Développement de capsules	%
1	B 24	31	238	9	3,7
2	A 25	27	207	6	2,9
3	A 25 *bis*	16	109	3	2,7
4	M 7	17	103	5	4,8
5	M 8	17	134	7	5,2
6	A 19	12	120	4	3,3
7	B 3	33	327	7	2,1
8	B 6	38	503	43	8,5
9	B 2	30	250	2	0,8
10	B 7	22	116	2	1,7
11	B 5	1	5	0	0
12	Lyon (1)	12	113	2	1,7
13	Lausanne (1)	12	113	10	8,7
14	Bâle (1)	1	16	0	0
15	Prague (1)	3	15	0	0
		273	2369	100	4,2

(1) Les lots ainsi dénommés sont issus de graines provenant des Jardins Botaniques respectifs.

Les 2 369 autopollinisations effectuées en 1948 sur 273 plantes nouvelles donnent 100 capsules, soit un pourcentage de 4,2 %. Les développements de capsule sont uniformément dispersés sur toutes les plantes de chaque lot, excepté pour la plante n° 4 de B 6 où l'on obtient 7 capsules sur 19 opérations et pour la plante n° 4 de Lausanne qui développe 9 capsules pour 13 opérations. Ces plantes font précisément partie des lots à fort pourcentage de développement.

La considération de ce tableau montre évidemment des résultats différents de ceux de 1947 sur les vieilles souches. Cela implique une certaine fertilité. Il faut tenir compte de la possibilité d'accidents, car il a paru bon d'utiliser d'une part la méthode qui consiste à pratiquer des opérations sur de grands nombres avec une plus grande marge d'erreurs, d'autre part la méthode des opérations plus précises portant sur quelques plantes seulement. Les lots se trouvant en pleine terre, il est difficile, malgré l'isolement des fleurs, de s'assurer de manière absolue contre le labeur et l'activité des abeilles. Pourtant on ne peut attribuer à des erreurs un tel pourcentage de développements ; la preuve en est fournie par des fleurs autopollinisées et strictement isolées, qui donnent des capsules.

Il faut conclure à une certaine fertilité qui est particulièrement exprimée par les plantes n° 4 de B 6 et n° 4 de Lausanne.

Les résultats de ces opérations, faites en septembre, peuvent suggérer une fertilité de fin de saison.

Les opérations poursuivies pendant la saison 1949 sur de jeunes familles, confirment les résultats de 1948. Par contre le taux de fertilité devient presque nul pour les pieds plantés en 1948. Entre autres une vingtaine d'autopollinisations faites à différentes époques de la saison 1949 sur la plante n° 4 de Lausanne, ne donnent pas de capsules. *Cette plante est devenue autostérile.*

Pendant les saisons 1948 et 1949, les autopollinisations des anciennes souches ont été refaites : *elles ne nouent jamais.*

L'autostérilité est vérifiée à différentes époques de la floraison sur des plantes de diverses origines : Brno, Genève, Missouri, Pallanza, Posen, St-Galles, Zagreb. Aucune de ces plantes ne révèle l'autofertilité, si on fait abstraction de la pseudofertilité à faible pourcentage, déjà observée sur les jeunes plantes de 1948. En exemple on peut citer les opérations sur une famille semée en 1949 : pour 15 autopollinisations sur diverses plantes, on obtient 3 capsules (20 % de développement) avec 17, 32, et 72 graines ; seule cette dernière est normalement développée et remplie de graines.

Pollinisation en boutons

Un autre type d'expérimentation fut mis en cours : toute la série comprenant les fleurs épanouies jusqu'aux boutons de 3 à 4 cm sur un rameau, fut autopollinisée, avec un nombre variant de 2 à 7 fleurs ou boutons par rameau.

Pour 38 fleurs et boutons autopollinisés, sur 10 rameaux de différentes plantes, il y a développement de 2 petites capsules contenant respectivement 3 et 4 graines. Elles proviennent non pas des boutons, mais des fleurs basales, épanouies.

La pollinisation en bouton n'apporte donc pas de résultats positifs.

Pollinisation répétée

Un même genre d'expérimentation, complété par la double et triple pollinisation, est négatif. 40 fleurs et boutons sur 15 rameaux de différentes plantes, sont autopollinisés 2 ou 3 fois de suite à 24 heures d'intervalle : on récolte 3 petites capsules avec 14, 3 et 2 graines ; ces capsules proviennent également des fleurs basales, épanouies. On remarque que les graines se forment à la base des capsules.

La conclusion en est que *ni la pollinisation en boutons, ni la pollinisation répétée ne lèvent l'autostérilité.*

D'une façon générale Œnothera missouriensis *est autostérile, mais il y a pseudofertilité physiologique des jeunes plantes.* La variation saisonnière n'entre pas en cause.

L'analyse de l'ensemble de ces résultats nous amène à envisager l'autostérilité due au phénomène d'incompatibilité, comme dans *Œnothera organensis*, étudiée par EMERSON. *Œnothera organensis* est strictement autostérile ; EMERSON n'y observe pas de pseudofertilité. Mais l'incompatibilité n'est pas absolue dans d'autres cas étudiés, comme *Nicotiana Sanderae* où EAST a détecté une pseudofertilité de fin de saison, ainsi qu'une fertilité de boutons. Dans *Brassica*, STOUT observe une fertilité saisonnière cyclique (mi-saison).

Les observations faites sur *Œnothera missouriensis* présentent des analogies avec celles de BEATUS sur certains pieds de *Cardamine pratensis*. En 1928, il a 4 jeunes plantes qui, autopollinisées, ont des moyennes de 2, 5 ; 3,5 ; 7,35 et 7,7 graines par silique. Ces deux dernières moyennes sont identiques aux moyennes des siliques obtenues par croisement expérimental compatible. Dans la nature, les siliques ont en moyenne 15 à 16 graines. Les résultats de 1929 se superposent à ceux de 1928. Mais en 1930, les deux plantes pseudofertiles deviennent pratiquement autostériles.

II. — L'INCOMPATIBILITÉ DANS *ŒNOTHERA MISSOURIENSIS*

A. — LE FAIT DE L'INCOMPATIBILITÉ

Analyse factorielle

Le phénomène d'incompatibilité se rapporte uniquement à des plantes pourvues d'un équipement normal de la fleur (à l'exclusion d'hétéromorphisme). Les travaux indépendants de EAST et MANGELSDORF en 1925 et de FILZER en 1926, à la suite des suggestions de PRELL en 1921, font reposer l'incompati-

bilité sur le fonctionnement d'une série multiple d'allèles d'opposition situés en un locus S. L'incompatibilité s'exprime par le fait que le pistil d'une plante refuse le développement d'un pollen porteur d'un allèle qu'elle possède déjà, que ce soit son pollen ou celui d'une autre plante ayant les mêmes allèles S. Il peut donc y avoir :

auto-incompatibilité,

inter-incompatibilité.

Chaque plante possède 2 allèles S et elle est hétérozygote pour ces 2 allèles.

Une plante de constitution S_1S_2, produit des grains de pollen contenant soit le facteur S_1, soit le facteur S_2. Les tubes polliniques S_1 et S_2, sont tous deux inhibés dans le style S_1S_2 : *il y a auto-incompatibilité.* Il en est de même pour tous les croisements avec des plantes de constitution S_1S_2 : *il y a inter-incompatibilité.*

Il peut y avoir compatibilité entre deux plantes lorsqu'elles diffèrent par 1 allèle : c'est la *demi-compatibilité,* par exemple pour S_1S_2 et S_2S_3.

Lorsque la plante S_1S_2 est pollinisée avec le pollen de S_2S_3, le pollen S_2 est inhibé, seul le pollen S_3 féconde. Le schéma de la fécondation est le suivant :

parents : ♀ S_1 S_2 × ♂ S_2 S_3

ovules : S_1, S_2 pollen : S_2, S_3

	♀ \ ♂	S_2 S_3	
		S_3	S_2
S_1 S_2	S_1	S_1 S_3	non fonctionnel
	S_2	S_2 S_3	non fonctionnel

Descendants : S_1 S_3 et S_2 S_3.

Le comportement des descendants permet de les classer en deux groupes de plantes S_1S_3 et S_2S_3, demi-compatibles entre eux. Le groupe S_1S_3 est fécond avec les 2 parents, tandis que le groupe S_2S_3 ne l'est qu'avec la mère, puisqu'il est identique au père pour les allèles S.

Il y a compatibilité totale, lorsque 2 plantes diffèrent par les 2 allèles, par exemple S_1S_2 et S_3S_4. Si l'on croise S_1S_2 par S_3S_4, les grains de pollen S_3 et S_4 fonctionnent tous deux sur le style S_1S_2. On a

	♀ \ ♂	S_3 S_4	
		S_3	S_4
S_1 S_2	S_1	S_1 S_3	S_1 S_4
	S_2	S_2 S_3	S_2 S_4

Les 4 groupes de descendants S_1S_3, S_1S_4, S_2S_3, S_2S_4, sont intercompatibles ; de plus ils sont tous demi-compatibles avec les deux parents.

Résultats expérimentaux

Le but proposé étant d'analyser le mécanisme factoriel de l'incompatibilité dans cette espèce, l'étude a commencé avec les plantes constituant la population du Jardin Botanique.

L'expérimentation a porté sur les lots B_1, B_6, B_2, B_3, B_7, M_8, semés en 1948, issus chacun d'un croisement effectué en 1947, et sur des lots provenant de croisements faits en 1949 entre les plantes A, M*a*, B*a*, B*c*, B*d*, B*e*, du Jardin. Les opérations ont été réalisées au cours des saisons 1949, 1950.

TABLEAU II

Croisements à l'intérieur du lot B_1

♀ \ ♂	1	2	3	4	5	6	7	8
1		○	+	+	+	○	+	+
2	⊕		+	+	+	○	+	+
3	+	?		○	○	+	○	○
4	+	+	○		○	○	○	○
5	+	+	○	○		+	⊕	○
6	○	○	+	+	+		+	+
7	+	+	○	○	○	+		○
8	+	+	○	○	○	+	○	

+ : capsule normale
o : résultat négatif
? : accident
⊕ : ébauche de capsule pauvre en graines, considérée comme résultat négatif.

1° B_1.

Les 8 plantes de ce lot issu d'un croisement de 1947, ont été vérifiées en 1948 et 1949 pour leur autostérilité. Les croisements faits en 1949 entre ces 8 plantes montrent que les réactions d'incompatibilité sont diverses pour une plante donnée : le croisement est fertile avec certaines voisines, stérile avec d'autres. La diagonale qui passe par les cases vides représentant les autopollinisations (par conséquent résultats négatifs), divise les résultats symétriquement en 2 groupes de résultats réciproques : les opérations étant faites dans les deux sens, il y a confirmation de chacun par répétition.

Le comportement de chaque plante n'est pas individuel, on voit tout de suite sur le tableau qu'un certain nombre de plantes se comportent de la même façon et constituent une classe (ou groupe).

L'étude antérieure des capsules d'autofécondation (dans les cas de pseudofertilité) a été particulièrement éducative pour l'interprétation des résultats de croisements dans une famille. On a vu que des autopollinisations peuvent donner des ébauches de capsule ou même des capsules morphologiquement normales, mais qui ne contiennent que très peu de graines. On peut considérer comme négatif tout résultat avec capsule dont le nombre de graines est inférieur à 10 (une capsule normale contient 60-80 graines). Ces résultats sont indiqués par le signe ⊕. Pour *Cardamine pratensis*, BEATUS considère comme négatif

tout croisement qui ne donne qu'une à deux graines par silique (7-8 pour croisement compatible).

Le point d'interrogation indique que le résultat n'est pas interprétable, soit que la capsule ait été détachée au moment de la récolte, soit qu'un traumatisme quelconque ait perturbé le développement du rameau.

L'extraction des groupes de compatibilité du lot B_1 s'exprime dans le tableau III.

TABLEAU III

Mise en évidence des 2 groupes de compatibilité dans le lot B_1

Groupe I

	1	2	6
1		○	○
2	⊕		○
6	○	○	

Groupe II

	3	4	5	7	8
3		○	○	○	○
4	○		○	○	○
5	○	○		⊕	○
7	○	○	○		○
8	○	○	○	○	

Le groupe I comprend les plantes 1, 2 et 6 ; le groupe II les plantes 3, 4, 5, 7 et 8. La distribution théorique serait 4/4. De manière évidente, la distribution 3/5, due au hasard, est satisfaisante. Il en résulte que la capsule qui a donné la famille B_1 provenait d'un croisement entre 2 plantes différant par 1 seul allèle.

2° B_6.

Les 38 plantes de ce lot ont été vérifiées pour leur autostérilité pendant 1948 et 1949. Les croisements à l'intérieur du lot se trouvent sur le tableau IV. Ici s'imposent les mêmes remarques que pour B_1 : le tableau représente les opérations dans les deux sens, symétriques par rapport à la diagonale. Le nombre total des opérations est d'environ 1 500, mais toutes les opérations ne sont pas nécessaires pour faire apparaître les groupes de compatibilité. Il n'y a pas de différences notables dans les résultats réciproques. Il faut noter que pour l'interprétation, les résultats négatifs (o) n'ont pas de signification décisive, car ils peuvent être dus aux accidents. Au cours des opérations, on a pu remarquer que, particulièrement pour le lot B_6, les fourmis attirées par le nectar, s'introduisent dans le tube du calice, rongent les styles et empêchent ainsi le passage des tubes polliniques.

L'analyse des résultats conduit à l'extraction de 4 groupes mis en évidence sur le tableau V.

Ce qui nous donne la répartition suivante :

Groupe I : 14 plantes (nos 1, 5, 8, 10, 14, 15, 17, 21, 24, 26, 28, 32, 33, 38).

Groupe II : 10 plantes (nos 4, 6, 9, 11, 12, 13, 16, 18, 19, 36).

Groupe III : 7 plantes (nos 3, 7, 20, 25, 31, 34, 37).

Groupe IV : 7 plantes (nos 2, 22, 23, 27, 29, 30, 39).

Tableau IV

Croisements à l'intérieur B_6. La plante 35 a péri

(Mêmes signes que pour le tableau II)

♀ \ ♂	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	36	37	38	39
1		+	+	+	○	+	+	?	+	○	+	+	+	○	○	+	+	?	+	○	⊕	+				+		+		○	+		+	○	
2	○		+	+	+	+	+	+	+	○	○	+	+	+	○	+	+	+	○		+	○	+			⊕		+	+				○	+	
3	+	+		+	+	+	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+	⊕	○					○					○	+				○	+	
4	+	○	+		+	○	○	+	?	+	+	○	+	+	+	○	+	+	+		+		+	+	+	○		+	○				○		
5	○	+	+	+		+	+	+	+	○	+		+		○	+	+				⊕							⊕						○	
6	+	○	+	⊕	+		+	+	⊕	+	?		○	+	?	○	+	○	+		+					?							+	○	
7	+	+	○	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	○	+	○	+	+		+		+	+	+			○			⊕		⊕		
8	⊕	+	+	+	○	+	+		+	○	⊕	+			○						⊕								○	○					+
9	+	+	+	○	+	⊕	○	+		+	○		○	+	+	⊕	+	○			+		+	+				+			+		○		
10	○	+	+	+	○	+	+	○	+		+	+	+	⊕	○	+	○	+			⊕				?	○	+						+		
11		+	+	○	+	○	+	○	○	+		○	○	?	○		+											+							
12	+	+	+	⊕			○	+		○	⊕		○	+	○		+																		
13	+	+	+	?	+	⊕	○		?	+	○	○		+	○	○		+	+			+	○			+		+	+	+		○	+		
14	○	+	+	+		+	+		+	○	+	+	+		○	+	○	+										○							
15	○	+	+	+	⊕	+	+	⊕	○	○	+	+	+	○		+	○	⊕										+					+		
16	+	?	+	⊕	+	○	+		○	+			○	+	?		+	+	+		○	+	+			+		+	+	+			+	+	
17	⊕	+	+	+	○	+	+	○	+	○				○	○	+	+	○	+			+				+		+	○	○			+		○
18		+	+	○	+	○	+	+	?	+	⊕		○	○	○	○	+	+	+	○	○	+				+		+	+	+	○		+		
19	+	+	+	?	+	○	+	○	○	+		○	○	+	+	○	+	+	○		○			+		+	+	+				○	?	+	
20	○	+	○	+	+	+	○		+	+	+	+			○	+			○	○	+		?	+	+			○					○	+	
21	○	+	+	+		+	○		+	⊕			+	○	?	+			○	○	○		○			+		+	⊕	○	+	○	+	○	
22	○	○		+		+	+		+	○			+	+		+	+	○		○	+	⊕		○	+	○	○	+	+	+	+	+	+	+	
23	+																+	○	○		○	+			○			+				+	○	○	?
24	○	+		+	?	+	+	○	+	○						+	+	○	+	○		+		+	○			+	⊕	○	+	+	+	○	+
25	+	+											+			○		+	+	+			○			+	+	○		+		+	⊕	+	
26		+	+	+			+		+				+			+	+	○				⊕				+	?	+		○	+		+	⊕	
27				+			+		+								+		○		+				+	⊕		+	+	+	+		+	+	
28				+			+			○							+		+	○	○			+		+	+	+	○	○	⊕	+	+	⊕	
29	+	?		+		+				+			+			+		+	○			+	+	○	+			○	+	+	+	+	+	+	+	○
30										+									○			+	+		+	○		+	○	?	+	+	+	+		
31	+	+	○	+	+		○		+	+	+		+	+	○	+	○	+	+	+	+	⊕	+	+	+	+	+		○	?	⊕	+	?	+	+
32		+	+	+				○					+			+		○	+		○			+	⊕	+	+	+		○	+	+	+	+	○
33	?							○					+			+		○	○		○	+	○	+	○	+	+	+	○		+	+	+	⊕	
34	+						○		+									+	+		+		+	+	+	+	+	○	+	○		○	○	+	+
36										+			○					+	+	+	+	○			+	○	+	+	○	+	+		+	+	
37	+	+	○	+		+	⊕		+	+			+		○	+	○	+	+	+	+	○	+	+	○	○	+	?	+	+	○	+		+	+
38		+	+		○	+										+	+	⊕	+	○	?	+	○	+	⊕	+	+	+	○	○	+	+	+		+
39								+													○					○		+	+		+	○	+	+	

TABLEAU V

Mise en évidence des groupes de compatibilité dans le lot B_6. Les résultats positifs inattendus peuvent être interprétés comme des accidents, sauf pour la plante n° 4 dont la fécondité après autopollinisation a déjà fait l'objet d'une remarque.

Groupe I.

	1	5	8	10	14	15	17	21	24	26	28	32	33	38
1		○	?	○	○	○	?	?	⊕				○	○
5	○		+	○		○	⊕		⊕					○
8	⊕	○		○		○	○		⊕			○	○	
10	○	○	○		⊕	○	○	○	⊕		?			
14	○			○		○	⊕	○						
15	○	⊕	⊕	○	⊕		○	⊕						
17	⊕	○	○	○	○	○		○				○	○	
21	○			⊕	○	?	○		○	○		⊕	○	○
24	○	?	○	○				○			○	⊕	○	○
26								○	⊕				○	⊕
28				○					○			○	○	⊕
32			○				○	○	○		⊕		○	+
33	?		○				○	○	○	○	○	○		⊕
38		○						⊕	?	○	⊕	○	○	

Groupe II.

	4	6	9	11	12	13	16	18	19	36
4		○	?	+	○	+	○	○	?	
6	⊕		⊕	?		○	○	○	○	
9	○	⊕		○		○	⊕	○	⊕	
11	○	○	○		○	○		○		
12	⊕			⊕		○			○	
13	?	⊕	?	○	○		○	○	○	○
16	⊕	○	○			○		○	○	
18	○	○	?	⊕		○	○		○	
19	?	○	○		○	○	○	○		○
36						○			○	

Groupe III.

	3	7	20	25	31	34	37
3		○	⊕		○		○
7	○		○		○	⊕	⊕
20	○	○			○		○
25					○		⊕
31	○	○	○	⊕		⊕	?
34		○			○		○
37	○	⊕	?	○	?	○	

Groupe IV.

	2	22	23	27	29	30	39
2		○			⊕		
22	○		○	○	○	○	
23		○					?
27		○			⊕		
29	?	○		○		○	○
30		○			○		
39					○		

La distribution théorique serait 9, 5/9, 5/9, 5/9, 5. La vérification mathématique d'approximation de la distribution 14/10/7/7, est très satisfaisante.

Les croisements de retour avec les deux parents ont été faits pour quelques plantes. Tous se révèlent positifs.

3° B_2.

Le lot B_2 comprend 30 plantes, vérifiées pour leur autostérilité. Toutes les plantes ont été croisées par 4 pollinisatrices (nos 4, 11, 16, 28), prises au hasard. Le tableau VI nous donne les résultats : il apparaît immédiatement que le lot comporte 2 groupes de compatibilité, les plantes 4, 11, 16, faisant partie du même groupe :

Groupe I : 15 plantes (nos 1, 3, 4, 5, 9, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24).

Groupe II : 15 plantes (nos 2, 6, 7, 8, 10, 13, 14, 21, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30).

L'égalité numérique 15/15 des 2 groupes est exactement conforme à la distribution théorique.

TABLEAU VI

Résultats des croisements à l'intérieur du lot B_2

♀ \ ♂	4	11	16	28	♀ \ ♂	4	11	16	28
1	o	o	o	+	16	o	o		+
2	+	+	o	o	17	o	o	o	+
3	o	o	o	+	18	o	o	o	+
4			o	+	19	o	o	o	+
5	o	o	o	+	20	o	o	o	+
6	+	+	+	o	21	+	?	+	o
7	+	+	+	o	22	o		o	+
8	+	+	+	o	23	+	?	+	o
9	o	o	o	+	24	o	o	o	+
10	o	+	⊕	o	25	+	+	o	o
11	o			+	26	+	+	+	o
12	o	o	o	+	27	+	+	+	o
13	+	+	+	o	28	+	+	+	
14	+	⊕	+	o	29	+	+	+	o
15	o	o	o	+	30	+	+	+	?

4° B_3.

Dans ce lot de 33 plantes on a choisi 6 plantes (nos 1, 7, 16, 17, 20, 30) pour les croiser réciproquement avec toutes les autres du lot : 2 classes de compatibilité font leur apparition, l'une se groupant autour des seed-testers 1, 7, 17, 20, l'autre autour de 16, 30 :

Groupe I : 16 plantes (nos 1, 5, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 26).

Groupe II : 17 plantes (nos 2, 3, 4, 6, 9, 11, 16, 21, 23, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33).

Nous avons ici une ségrégation en 2 groupes (16/17), conforme à la distribution théorique 16, 5/16, 5.

5° B_7.

Sur les 22 plantes de ce lot, les opérations sont effectuées avec 4 pollinisatrices (nos 2, 3, 19, 21), prises au hasard ; il se trouve que chacune des 4 appartient à un groupe de compatibilité.

Groupe I : 6 plantes (nos 1, 7, 10, 11, 15, 19).

Groupe II : 6 plantes (nos 6, 8, 17, 18, 20, 21).

Groupe III : 5 plantes (nos 2, 4, 5, 9, 22).

Groupe IV : 5 plantes (nos 3, 12, 13, 14, 16).

Le groupement de 6/6/5/5 plantes est presque superposable à la distribution théorique.

Ces premiers résultats font apparaître l'existence d'au moins 4 allèles S dans le groupe B des plantes parentes.

6° M_8.

Ce lot de 17 plantes comporte des individus ♂ stériles. A l'intérieur du lot, tous les croisements ont été faits, exceptés ceux qui comportent une plante ♂ stérile comme pollinisatrice.

Les résultats font apparaître 4 groupes :

Groupe I : 6 plantes (nos 1, 2, 7, 9, 14, 17).
Groupe II : 5 plantes (nos 6, 8, 11, 15, 16).
Groupe III : 5 plantes (nos 3, 4, 10, 12, 13).
Groupe IV : 1 plante (no 5).

La distribution théorique comporterait 4 groupes égaux de 4,25. Le nombre de plantes étant faible, l'écart n'est pas significatif.

7° B*c* × M*a*.

Ce lot comprend 39 plantes. Quelques opérations préliminaires permettent de faire le choix des pollinisatrices, nos 1, 5, 9, 16, 33.

4 groupes de compatibilité sont mis en évidence :

Groupe I : 13 plantes (nos 2, 6, 8, 12, 15, 17, 18, 25, 26, 29, 30, 31, 35).
Groupe II : 11 plantes (nos 7, 9, 13, 14, 19, 20, 21, 28, 36, 38, 39).
Groupe III : 9 plantes (nos 1, 3, 5, 10, 23, 24, 33, 34, 37).
Groupe IV : 6 plantes (nos 4, 11, 16, 22, 27, 32).

soit la distribution en 13/11/9/6 plantes.

8° M*a* × B*d*.

Parmi les 9 plantes du lot, les nos 1, 2, 3, 7, 8 servent comme pollinisatrices. 2 groupes de compatibilité sont mis en évidence, comprenant respectivement :

Groupe I : 6 plantes (nos 1, 2, 4, 5, 7, 9).
Groupe II : 3 plantes (nos 3, 6, 8).

Le nombre d'individus étant faible, le croisement de retour sur plantes parentes (M*a* = mère, B*d* = père) a été effectué avec les descendants nos 2 et 3 :

M*a* × no 2 = +
M*a* × no 3 = +
B*d* × no 2 = 0
B*d* × no 3 = +

Les allèles de stérilité du groupe I étant identiques à ceux du père, M*a* × B*d* est donc bien un croisement demi-compatible.

9° B*e* × B*d*.

5 plantes seulement sont obtenues à partir des 59 graines que contenait

la capsule issue de ce croisement. Tous les croisements réciproques sont effectués à l'intérieur du lot. On trouve 2 groupes :

Groupe I : 4 plantes (nos 1, 2, 3, 5).

Groupe II : 1 plante (no 4).

Les croisements de retour sont :

avec B*e* : positifs pour les 5 plantes,

avec B*d* : positifs pour les plantes nos 1, 2, 3, 5,
négatifs pour la plante no 4.

Le groupe II (plante no 4) comporte les mêmes facteurs que le père, les plantes parentes B*e* et B*d* ont donc un allèle en commun.

10o (M*a* × A)$_1$.

Ce croisement a fourni une capsule avec 70 graines, qui ont donné une population de 29 plantes. Les plantes nos 1, 4, 10, 14, utilisées comme pollinisatrices, ont mis en évidence 2 groupes de compatibilité :

Groupe I : 19 plantes (nos 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 25, 27).

Groupe II : 10 plantes (nos 4, 8, 11, 15, 19, 20, 24, 26, 28, 29).

11o (M*a* × A)$_2$.

Ce croisement identique au précédent a donné un lot de 28 plantes.

Les plantes – test nos 1 et 3, interfécondes, font apparaître :

Groupe I : 10 plantes (nos 1, 2, 6, 7, 12, 16, 21, 22, 23, 25).

Groupe II : 18 plantes (nos 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 24, 26, 27, 28).

Les plantes M*a* et A sont donc bien demi-compatibles.

12o B*a* × B*d*.

Pour ce lot de 29 plantes, les plantes nos 1, 17, 22 mettent en évidence 2 groupes de compatibilité :

Groupe I : 13 plantes (nos 1, 2, 4, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 19, 21, 23, 28).

Groupe II : 16 plantes (nos 3, 5, 6, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 24, 25, 26, 27, 29).

Les plantes B*a* et B*d* ont un allèle en commun.

Les ségrégations observées dans ces 12 lots confirment donc l'hypothèse formulée au départ : l'*incompatibilité dans Œnothera missouriensis est conditionnée par une série multiple S d'allèles d'opposition*, du type connu chez plusieurs plantes (*Nicotiana, Veronica*). De plus on peut affirmer qu'il y a au moins 4 allèles S différents dans la population *initiale* du Jardin Botanique.

B. — MÉCANISME PHYSIOLOGIQUE DE L'INCOMPATIBILITÉ

A l'observation, l'incompatibilité se traduit par le non-développement de capsule et de graines. Quel est le mécanisme qui empêche cette fécondité ?

TABLEAU

Mesure des tubes polliniques développés en style incompatible.

PLANTES AGÉES DE

Ma						Ba		
Date	Temps (heures)	Nombre des tubes à l'entrée du style	Longueur (cm) du tube le plus long	Longueur (cm) moyenne des 10 tubes extrêmes		Date	Temps (heures)	Nombre des tubes à l'entrée du style
10-7	12	50	1,1	0,8		12-7	12	0
	»	150	1,6	1,5			»	0
	»	100	1,0	0,8			»	4
12-7	14	50	0,7	0,5			»	0
	»	30	0,6	0,5			»	0
	»	100	0,5	0,4			»	7
10-7	48	150	2,1	1,9	1,6		»	6
	»	150	1,5	1,3			»	2
14-7	48	30	1,1	0,8			»	1
	»	0	—	0	0,3	14-7	48	6
	»	0	—	0			»	0
15-7	24	30	0,7	0,5	0,35		»	2
	»	25	0,3	0,2			»	5
19-8	48	150	0,9	0,7	0,6		»	10
	»	100	0,6	0,5			»	2
20-8	24	11	0,1	0,1	0,05		»	10
	»	1	0,1	0			»	0
25-8	48	22	0,5	0,3	0,3		»	2
29-8	48	100	1,4	1,2	1,25	5-9	40	10
	»	150	1,4	1,3			»	0
1-9	48	100	1,5	1,3	0,85		»	7
	»	40	0,6	0,4		10-9	42	11
5-9	40	20	0,6	0,4	0,4		»	12
14-9	72	10	0,6	0,3	0,3		»	22
							»	10
						27-9	48	0
Sur fleurs coupées							»	8
							»	0
	40	0	—	0			»	35
	»	0	—	0			»	0
	»	0	—	0			»	40
							»	1

PLANTES AGÉES DE 18 MOIS

A_{25} n° 2						B_3		
27-8	40	100	1,0	0,7		10-7	48	50
	»	100	2,0	1,8		7-9	48	10
	»	100	2,5	2,2			»	10
	»	100	1,6	1,4			»	10
	»	60	2,0	1,9	1,9			
	»	120	2,1	2,9				
	»	100	2,6	2,4				
	»	150	2,0	1,8				
	»	100	2,5	2,4				
A_{25} n° 7						B_3		
31-8	72	40	2,1	2,0	1,6	10-7	12	100
	»	30	1,7	1,3		25-8	48	150
							»	80
						27-8	40	12
							»	30
							»	30
							»	40
						31-8	48	30
						7-9	48	30
							»	30

Le nombre des tubes à l'entrée du style est évalué approximativement.

PLUS DE 20 ANS

Longueur (cm) du tube le plus long	Longueur (cm) moyenne des 10 tubes extrêmes			A Date	Temps (heures)	Nombre des tubes à l'entrée du style	Longueur (cm) du tube le plus long	Longueur (cm) moyenne des 10 tubes extrêmes		
—	0			12-7	14	35	1,0	0,4		
—	0				»	20	1,6	1,3		
0,5	0,1				»	20	1,7	1,4		
—	0				»	15	0,3	0,2		
—	0				»	40	0,5	0,4		
0,6	0,2				»	50	1,0	0,7		
0,2	0,05			10-7	48	40	1,7	1,6		
0	0				»	40	1,1	1,0	1,8	
0	0				»	100	3,4	2,7		
0,9	0,2				»	70	2,1	1,9		
—	0			19-8	48	100	2,0	1,9		2,0
0,1	0,02				»	30	1,7	1,2		
0,1	0,02				»	70	2,3	2,2		
0,4	0,1	0,08			»	80	2,1	1,8	2,2	
0,1	0				»	60	4,4	4,0		
1,3	0,4				»	60	2,8	2,5		
—	0				»	60	2,1	1,8		
0	0									
				Sur fleurs coupées						
0,5	0,3			12-7	12	0	—	0		
—	0	0,2			»	0	—	0		
0,5	0,3				»	40	0,8	0,6		
0,3	0,2		0,2		»	0	—	0		
0,8	0,3				»	0	—	0		
0,8	0,7	0,35								
0,3	0,2									
—	0			Croisement incompatible Ma × Ba						
0,6	0,2									
—	0			10-7	15	30	0,9	0,6		
0,7	0,5	0,25			»	20	0,6	0,3		
—	0				»	30	0,9	0,6		0,3
1,6	1,1				»	0	—	0		
0	0				»	0	—	0		
				PLANTES AGÉES DE 6 MOIS						
nº 5				Descendant de Ba × Bc						
3,0	2,5			15-9	72	50	2,2	1,9		
1,3	0,9				»	50	2,5	2,5		2,3
0,7	0,5		1,2		»	20	3,0	2,5		
1,1	0,8			Missouri nº 8						
nº 6				31-8	48	100	3,1	3,0		3,0
				Descendant de B6 nº 29						
2,7	2,6			25-9	24	20	3,7	3,1		
2,8	2,4				»	50	2,0	1,8		2,5
2,6	2,5			Descendants de lots 1949						
0,6	0,4									
1,1	0,8			11-49	48	30	1,7	1,3		
0,9	0,9		1,3		»	60	1,4	1,4		
1,1	0,9				»	50	2,2	2,2		2,0
1,0	0,8				»	50	2,0	1,8		
1,0	0,8				»	65	3,3	3,1		
0,9	0,7									

D'après les cas connus, l'incompatibilité est due soit à la germination incomplète du pollen sur les stigmates (*Brassica*), soit à l'inhibition des tubes polliniques dans le style (*Nicotiana*), soit à l'avortement de l'ovule fécondé (*Gasteria*).

Comment l'inhibition se présente-t-elle dans *Œnothera missouriensis* ?

Les stigmates pollinisés, examinés après quelques heures dans le bleu coton, montrent que le pollen germe et que les tubes polliniques passent dans le style. La barrière d'inhibition n'est donc pas sur les parois des stigmates. Il faut faire l'examen histologique du style.

La méthode de prospection employée, consiste à polliniser les fleurs sur la plante. Leur récolte se fait après un temps déterminé et les styles sont examinés immédiatement.

Technique

Le style est coupé sous les stigmates et au-dessus de l'ovaire, fendu longitudinalement, et par une opération délicate, tout l'ensemble du tissu conducteur avec les tubes polliniques est extrait de l'enveloppe plus dure. Pratiquement on n'enlève que le faisceau des tubes polliniques retenus entre eux par les cellules allongées du tissu conducteur. Ce faisceau de tubes est chauffé dans le lactophénol jusqu'à presque ébullition, puis passé pendant quelques minutes dans le bleu coton au lactophénol qu'on chauffe légèrement. Le montage se fait entre lame et lamelle dans une goutte de lactophénol frais. La préparation se conserve sans lutage pendant des mois.

Examen histologique

Il a principalement porté sur les fleurs autopollinisées des anciennes souches M*a*, B*a*, A qui donnent une abondante floraison. Les résultats se trouvent dans le tableau VII.

Très vite on a pu se rendre compte que l'inhibition des tubes polliniques se fait dans la partie supérieure du style qui en moyenne atteint la longueur de 12 cm, et que toute possibilité de croissance maximum était donnée aux tubes après 24 heures. De nombreuses observations ont montré qu'il est préférable d'opérer sur la plante. Sur fleurs coupées, pollinisées, mises dans l'eau en atmosphère humide, il y a germination faible ; il est pratiquement impossible de voir un développement normal de tubes, c'est ce que montrent à titre d'indication quelques résultats sur les plantes M*a* et A en fin de colonne. Cette expérimentation aurait eu de gros avantages, parce qu'elle réalise une constance des conditions extérieures, comme la température, la teneur en eau de l'atmosphère. Elle aurait sans doute aussi permis de construire la courbe de croissance des tubes en fonction du temps, aussi bien pour l'autopollinisation que pour le croisement compatible. Cette courbe de croissance est impossible à réaliser

dans l'expérimentation sur la plante. Non seulement les résultats varient avec les dates, mais sont même disparates pour des fleurs opérées pendant le même temps sur une plante. Voir tableau, p. 204 et 205.

Appréciation de la croissance des tubes

Néanmoins on arrive à se faire une idée d'ensemble de la longueur moyenne que peuvent atteindre les tubes incompatibles dans le style, malgré l'hétérogénéité que présentent les mesures faites sur les fleurs d'une plante traitées dans les mêmes conditions (fig. 2).

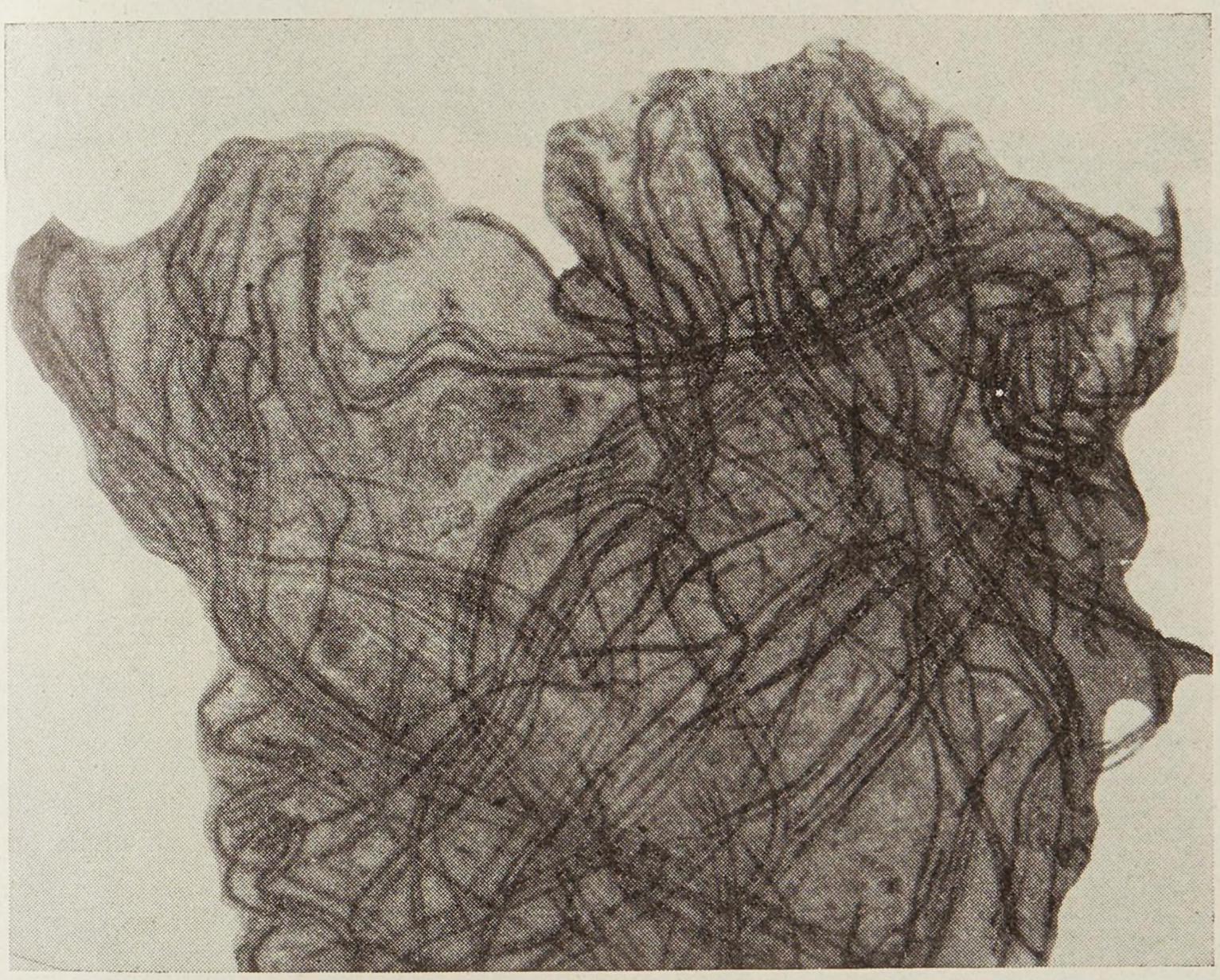
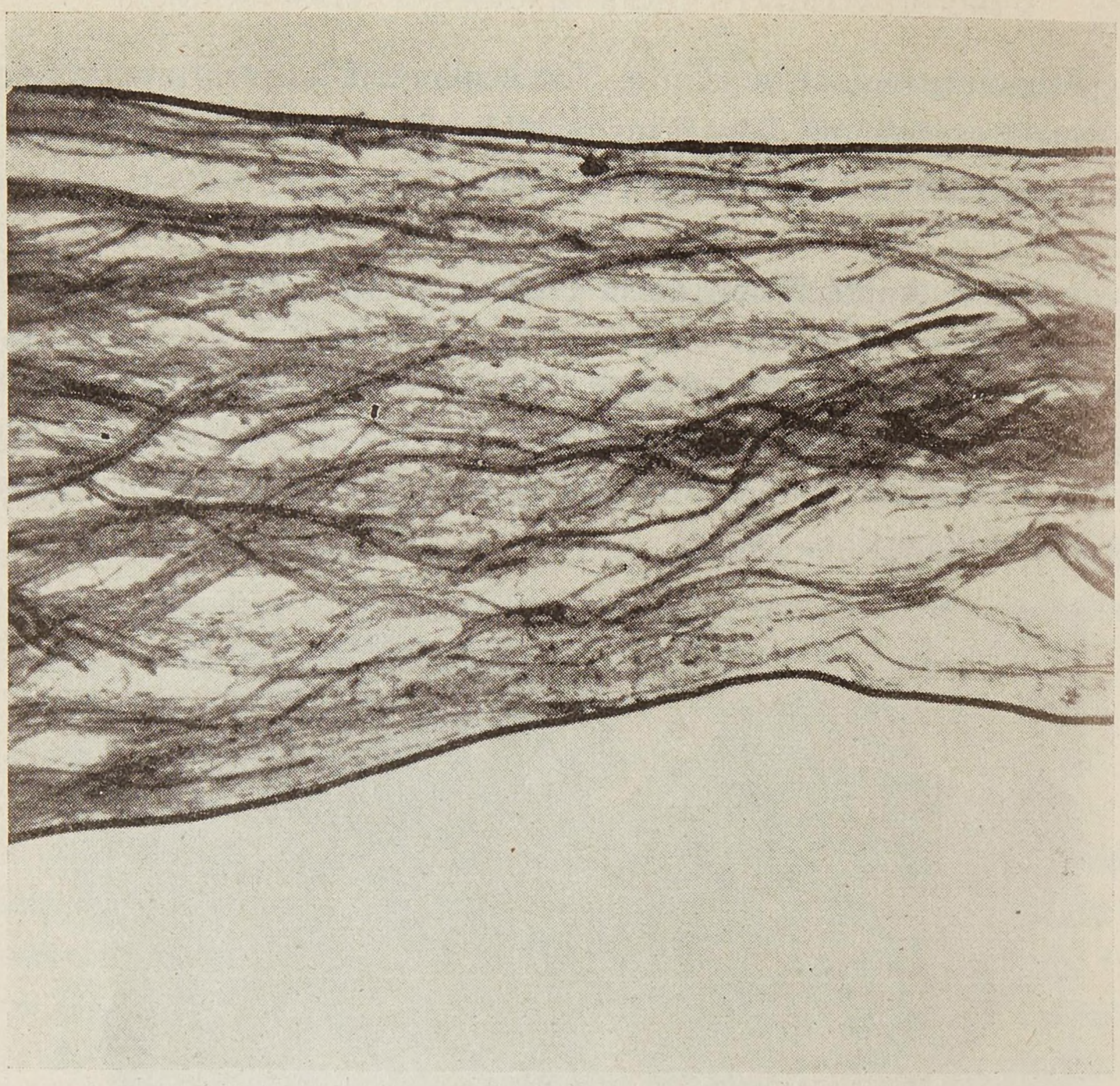


FIG. 2. — Tubes polliniques dans un style incompatible.
a) A l'entrée dans le style : l'opération avec la pince a détruit la régularité du faisceau.

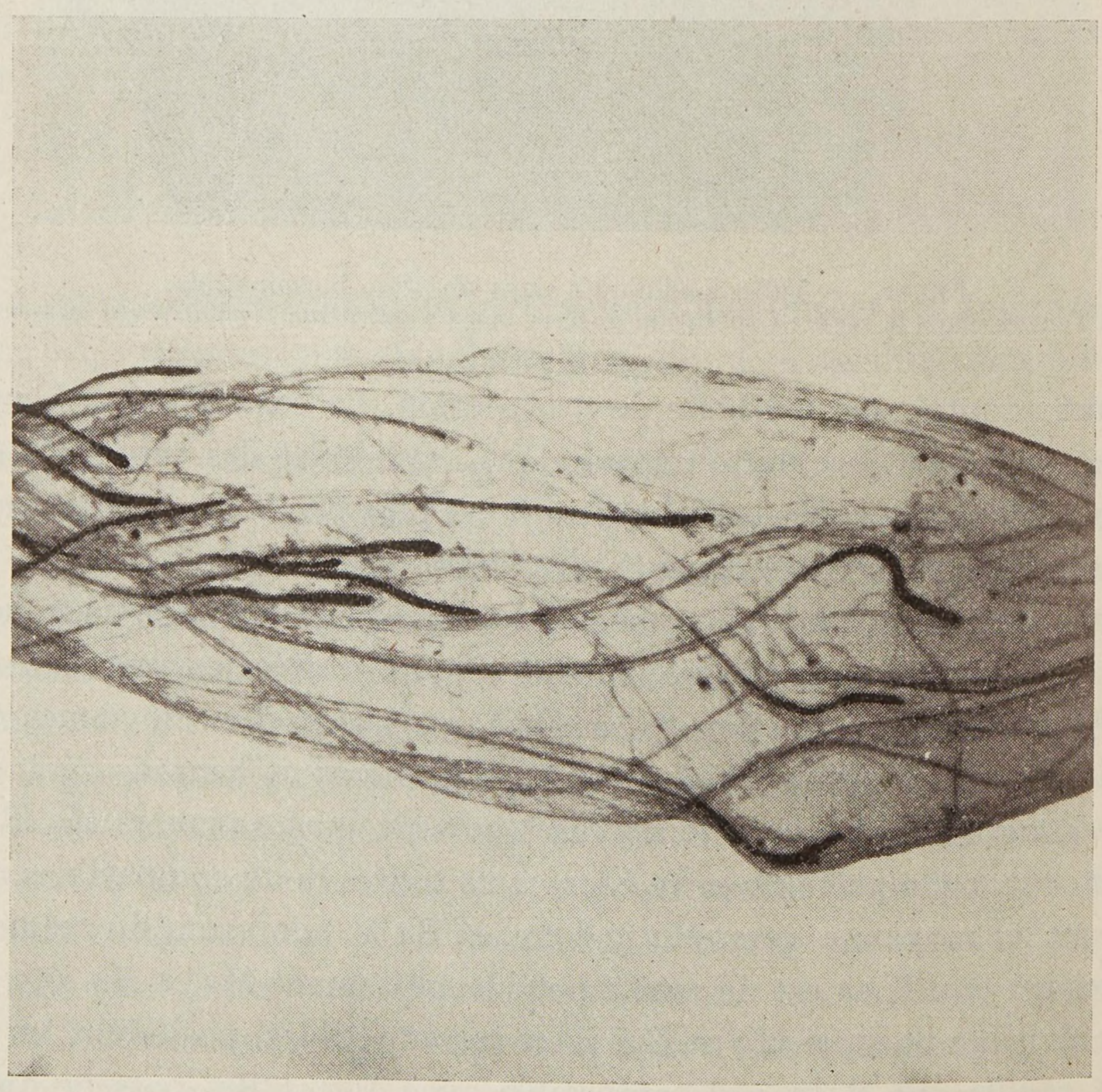
Il faut adopter une méthode de prospection. La coloration au bleu coton ne dessine nettement les contours que dans l'extrémité des tubes. De ce fait, le dénombrement des tubes est illusoire. Il est plus précis de mesurer les tubes les plus longs, les extrémités étant le plus nettement visibles.

C'est pourquoi on choisit comme unité de prospection la longueur moyenne des 10 tubes les plus longs, la moyenne des fleurs traitées en une fois, enfin la moyenne des tubes sur une plante pendant une saison. Les moyennes ne sont faites que pour les fleurs pollinisées pendant au moins 24 heures.

Les observations les plus nombreuses portent sur les plantes M*a*, B*a* et A. M*a* et B*a* sont incompatibles entre elles, mais toutes deux compatibles avec A. On voit que les moyennes pour M*a* (0,6 cm) et B*a* (0,2 cm) sont du même ordre, inférieures à 1 cm. Il en est de même pour le croisement M*a* × B*a* (0,3 cm), ce qui est prévisible puisque M*a* et B*a*, inter-incompatibles, possèdent les mêmes allèles S, tandis que A (2 cm) compatible avec M*a* et B*a*, possède au moins



b) A 1 cm des stigmates : on distingue l'extrémité de tubes arrêtés.



c) A 3 cm des stigmates : extrémité du faisceau très réduit.

1 allèle S différent. Cela suppose que l'incompatibilité se traduit par une inhibition des tubes à des niveaux différents selon l'allèle en question.

A25 n° 2 et A25 n° 7, descendants de A, ont des moyennes (1,9 cm et 1,6 cm) comparables à celle de la mère. Par contre les moyennes de B_3 n° 5 (1,2 cm) et B_3 n° 6 (1,3 cm) sont supérieures à celle de B*a* (0,2 cm). Mais nous savons que ces descendants ne possèdent qu'un seul allèle de la plante mère et qu'ils sont relativement jeunes. Pour les toutes jeunes plantes on constate que les moyennes sont légèrement supérieures à celle des plantes âgées. Il aurait été intéressant pour cet examen histologique, de tomber sur un cas de pseudofertilité occasionnelle, où les tubes doivent traverser les 12 cm du style pour arriver à l'ovaire.

En comparaison avec les tubes inhibés d'autopollinisation, voici l'allure dans quelques croisements compatibles (fig. 3 et tableau VIII).

FIG. 3. — Tubes polliniques dans un style compatible.
a) A l'entrée dans le style.

Dans le tableau VIII les tubes sont approximativement dénombrés à différents niveaux sous les stigmates, à 3 cm, à 6 cm, à 12 cm (près de l'ovaire). Le trait indique que la préparation n'a pas été faite à ce niveau.

Il est intéressant de relever que pour le croisement A × M*a* du 30-8, nous comptons moins de tubes à 6 cm (∼ 20) qu'à proximité de l'ovaire (∼ 30). Ceci montre bien que les tubes ne se colorent nettement que vers les extrémités et que le dénombrement exact à des niveaux supérieurs est illusoire. On remarque qu'après 16 heures les tubes compatibles peuvent déjà passer dans l'ovaire.

TABLEAU VIII

Croisements compatibles

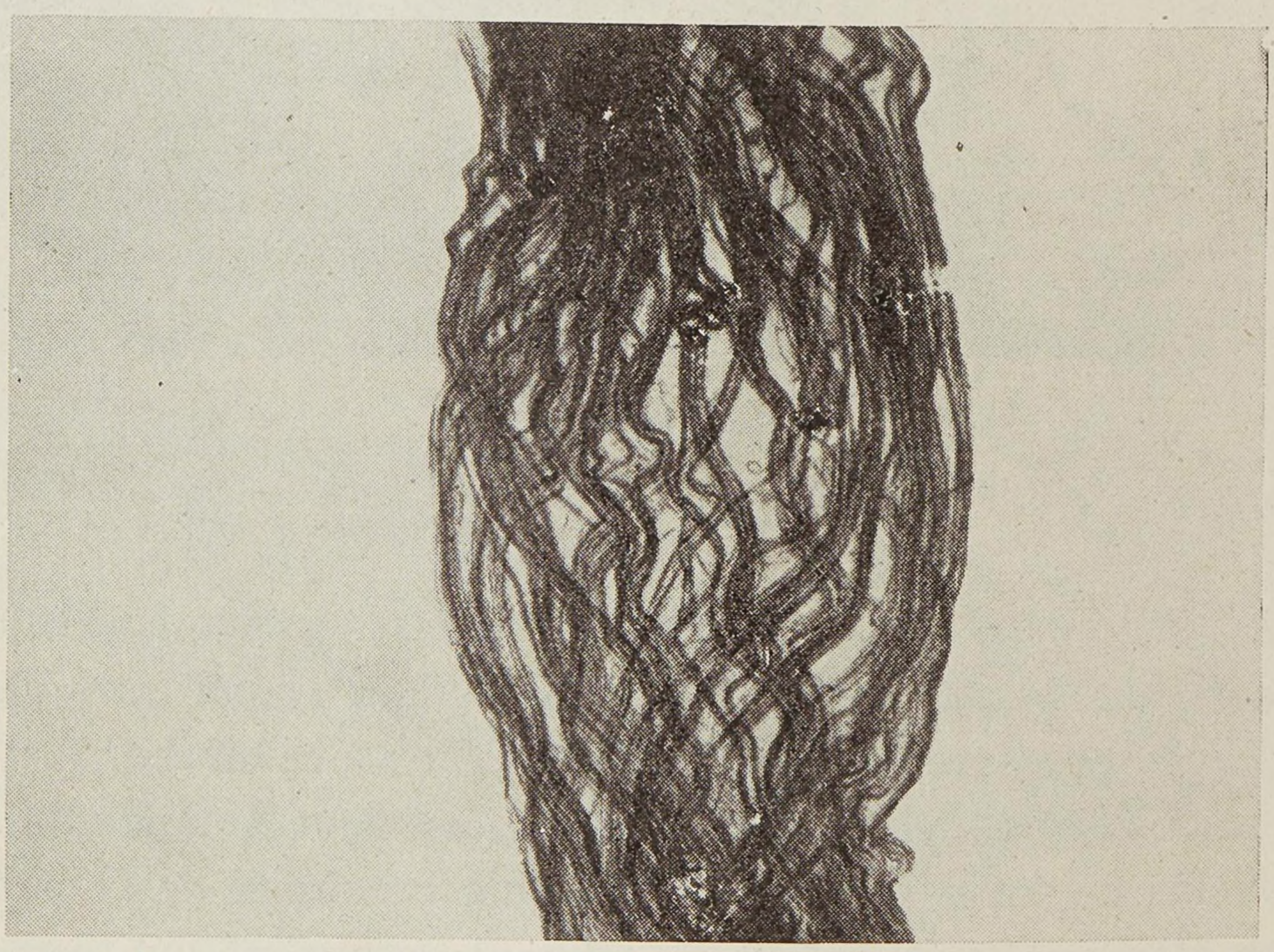
Date	Croisement	Temps (heures)	Nombre des tubes			
			à l'entrée du style	à 3 cm	à 6 cm	à 12 cm
15.7	M*a* × M*d*	24	~ 60	~ 50	—	—
10.7	B3, 5 × 6	12	~ 100	~ 40	~ 30	—
14.7	B3, 5 × 6	16	~ 100	~ 60	—	—
10.7	B3, 6 × 5	12	~ 60	~ 50	~ 45	—
11.8	A × M*a*	40	~ 20	~ 15	—	—
30.8	A × M*a*	48	~ 50	—	20	30
20.9	B*a* × A	16	~ 30	30	—	30
20.9	B*a* × A	16	~ 150	~ 40	—	—

L'examen histologique pour les cas étudiés montre que l'*inhibition des tubes polliniques incompatibles d'Œnothera missouriensis, se fait dans la partie supérieure du style,* mais il n'existe pas de zone déterminée d'hinhibition.

C. — EXPÉRIENCES COMPLÉMENTAIRES

Moyens de lever l'inhibition

Nous avons déjà vu qu'on peut obtenir à faible pourcentage des graines d'autofécondation pour certaines jeunes plantes. Ces graines peuvent donner des homozygotes qui seront très précieux pour identifier les allèles de la série S. Mais la méthode est incertaine.



b) A 4 cm des stigmates, niveau où des tubes incompatibles ne sont plus visibles.

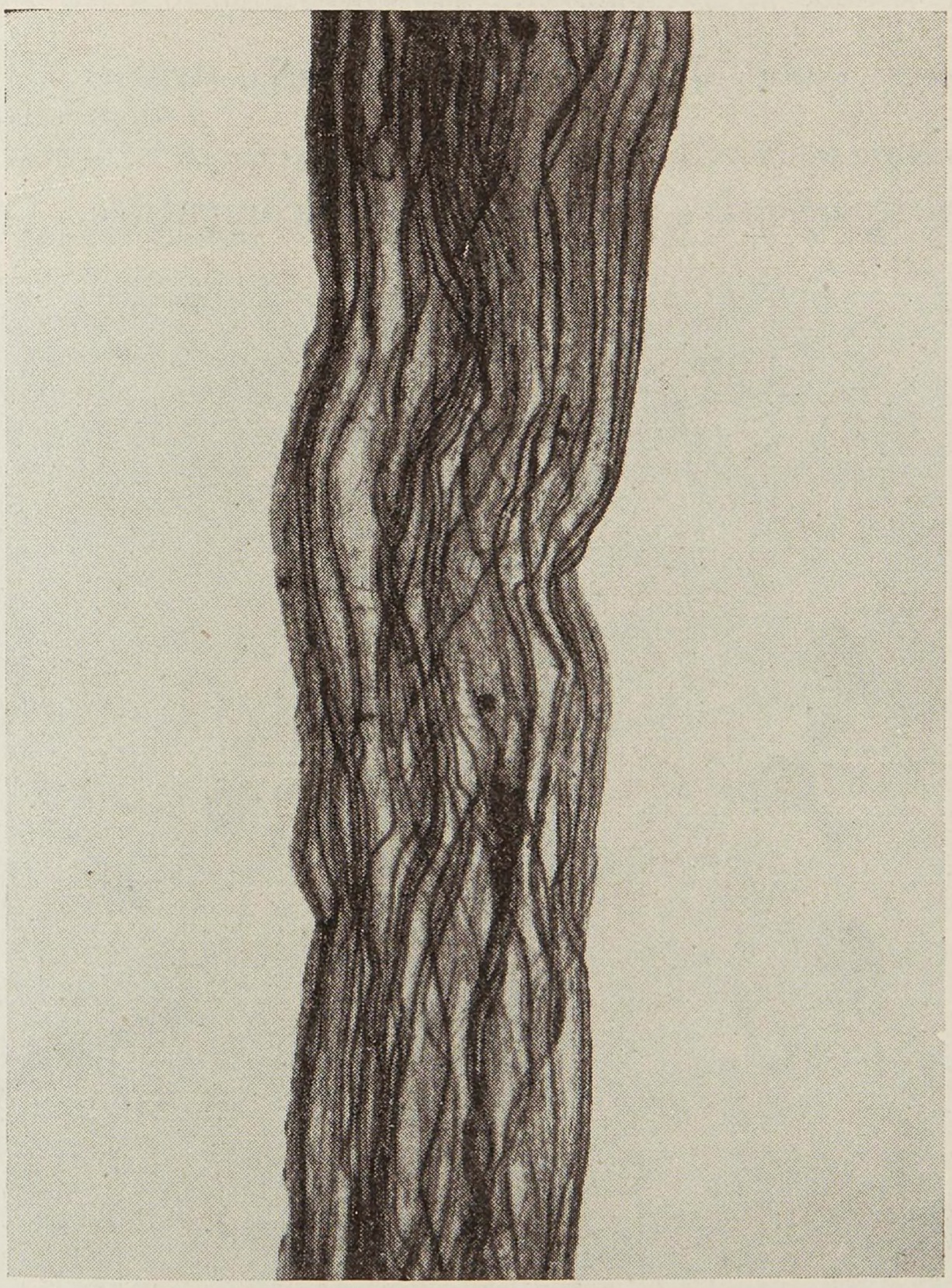
C'est pourquoi on a tenté d'obtenir l'autofécondation par d'autres moyens. La pollinisation de jeunes boutons, efficace pour d'autres espèces incompa-

tibles (*Nicotiana Sanderae* par EAST et MANGELSDORF ; *Petunia* par HARLAND et ATTECK) ainsi que la pollinisation répétée n'ont pas donné de résultats.

Pour lever l'inhibition des tubes, des greffes de style compatible sur l'ovaire incompatible ont été tentées en emmanchant les parties correspondantes des 2 styles, dans un tube capillaire. Les essais (21 greffes) n'ont pas donné de résultats : les tubes polliniques croissent jusqu'à la section, mais ne la traversent pas.

Reconnaissance des demi-compatibilités

La reconnaissance rapide des plantes totalement compatibles ou demi-compatibles est de grande utilité pour progresser dans la détection du nombre des allèles S. Jusqu'à présent le moyen sûr est l'étude de l'inter-compatibilité de la descendance. Mais elle demande un long et immense travail qui prend beaucoup de temps.



c) A 10 cm des stigmates, dans la partie basale du style.

En pollinisant une fleur par un nombre déterminé de grains de pollen, la compatibilité totale ou la demi-compatibilité doit se reconnaître au nombre de graines formées ou au nombre de tubes passant dans la partie basale du style. Pour des croisements compatibles faits avec 100 grains de pollen, on obtient

une capsule à 34 graines, une capsule à 11 graines et plusieurs résultats négatifs. Ceci ne permet pas de conclure sur le type de croisement : si on avait obtenu un nombre de graines nettement supérieur à 50, la compatibilité totale était évidente, mais les résultats obtenus ne l'excluent pas, du fait que la compétition entre tubes polliniques peut en éliminer un fort pourcentage, surtout pour un nombre de grains de pollen aussi faible.

Les cultures de pollen avec inclusion de fragments de stigmate ou de style, ont montré des résultats curieux. Le pollen ne germe pas au voisinage d'un fragment incompatible, ce qui est compréhensible. Mais on observe absolument le même phénomène avec des fragments compatibles, alors qu'on devrait s'attendre à une croissance plus intense avec polarité des tubes vers le fragment. Cette observation n'est pas d'un intérêt immédiat pour le présent travail, mais il est intéressant de la comparer aux résultats de KÜHLWEIN, de SRAUB, sur la germination et la croissance du pollen.

III. — CONCLUSION

Œnothera missouriensis Sims. est auto-incompatible. Cette incompa-

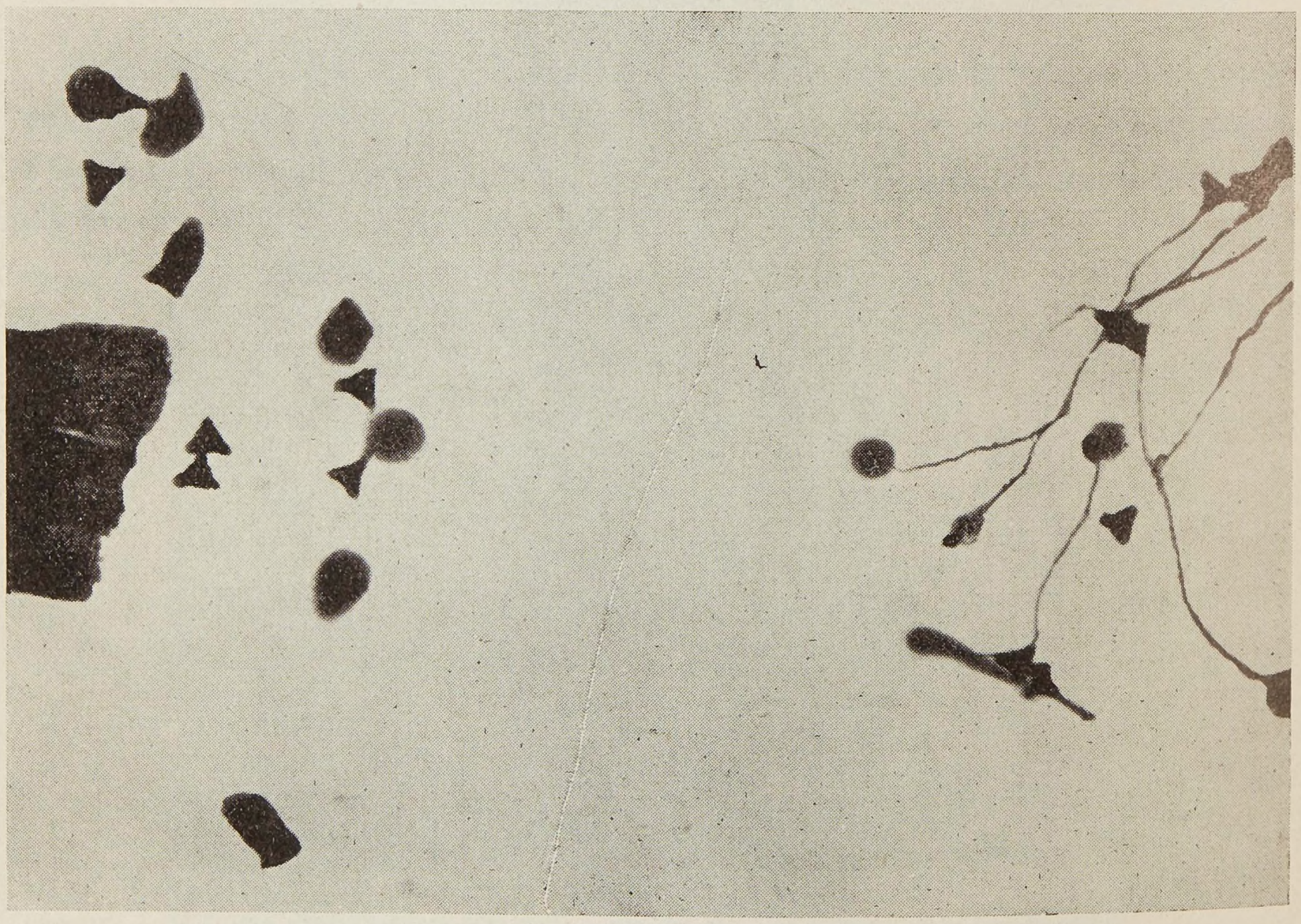


FIG. 4. — Culture pollinique avec fragment de stigmate autour duquel le pollen ne germe pas.

tibilité n'est rigoureuse que pour les plantes âgées ; certaines plantes jeunes peuvent être sujettes à la pseudofertilité physiologique.

Les ségrégations observées dans la descendance des croisements révèlent

une incompatibilité du type *Nicotiana* ou *Veronica*, conditionnée par une série multiple S d'allèles d'opposition.

La réaction d'inhibition se fait dans la partie supérieure du style, sans qu'il y ait de zone d'inhibition déterminée.

BIBLIOGRAPHIE

BATEMAN (A. J.). — Specific differences in Petunia : II. Pollen growth, *J. Genet.*, **45**, 3, 236-242, 1943.

BAUR (E.). — Ueber die Selbststerilität und über Kreuzungsversuche einer selbstfertilen und selbststerilen Art in der Gattung *Antirrhinum*, *Z. I. A. V.*, **21**, 1919.

BEATUS (R.). — Zur Kenntnis der Selbststerilität von Cardamine pratensis, *Z. I. A. V.*, **59**, 1931.

BRIEGER (F.). — Selbststerilität und Kreuzungssterilität, *Berlin*, 1931.

DILLEMANN (G.). — L'auto-incompatibilité chez les Phanérogames, *Rev. Sci.*, 5, 1948.

EAST (E. M.) et MANGELSDORF (A. J.). — A new interpretation of the hereditary behavior of self-sterile plants (*Proc. Nat. Ac. Sc. U. S. A.*, **11**, 1925).

EAST (E. M.). — The distribution of self-sterility in the flowering plants, *Amer. Phil. Soc.*, **82**, 1940.

EMERSON (S.). — The genetics of self-incompatibility in *Œnothera organensis*, *Genetics*, **23**, 190-302, mars 1938.

EMERSON (S.). — Growth of incompatible pollen tubes in *Œnothera organensis*, *Bot. Gaz.*, **101**, 1940.

FILZER (P.). — Die Selbststerilität von *Veronica Syriaca*, *Z. I. A. V.*, **41**, 1926.

GAGNIEU (A.). — L'incompatibilité chez les plantes supérieures. Problèmes de génétique végétale, *Ann. biol.*, **26**, 3-4, 1950.

GATES (R. R.). — Self-sterility in *Œnothera*, *Nature*, **143**, 245-1939.

GRUBER (F.). — Ueber die Verträglichkeitsverhältnisse bei einigen selbststerilen Wildsippen von *Antirrhinum* und über eine selbstfertile Mutante, *Z. I. A. V.*, **62**, 1932.

HARLAND (S. O.) et ATTECK (O. S.). — The inheritance of self-sterility in *Petunia-violacea*, *Genetica*, **15**, 89-102, 1933.

KAKIZAKI (Y.) et KARAI (T.). — Bud pollination in cabbage and radish, *J. Hered.*, 24, 9, 359-362, 1933.

KUHLWEIN (H.). — Ueber keimungsfördernde Substanzen in Pollen und Narben, *Planta*, **35**, 5-6, 1948.

OWEN (F. V.). — Inheritance of cross and self-sterility and self-fertility in *Beta vulgaris*, *J. Agric. Res.*, **64**, 1942.

SEARS (E. R.). — Cytological phenomena connected with self-sterility in the flowering plants, *Genetics*, **22**, 130-181, janvier 1937.

STOUT (A. B.). — Cyclic manifestation of sterility in *Brassica Pekinensis* and *B. Chinensis*, *Bot. Gaz.*, **73**, 1922.

STOUT (A. B.). — The physiology of incompatibilities, *Amer. J. Bot.*, **10**, 1923.

STOUT (A. B.). — The genetics of incompatibilities in homomorphic flowering plants, *Bot. rev.* **4**, 1938.

STRAUB (J.). — Selbststerilität von Petunia II, *Zeitschr. Naturforschung* **26**, 1947.

WERGIN (W.). — Cyto-genetische Untersuchungen an *Petunia hybrida* hort., *Z. I. A. V.*, **71**, 1936.

COMPORTEMENT DES VARIÉTÉS DE BETTERAVE SUCRIÈRE A L'ÉGARD DU CERCOSPORA PROBLÈMES QUE POSE L'OBTENTION DE TYPES RÉSISTANTS

PAR

J. MARGARA

Station Centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes

PLAN DU MÉMOIRE

I. — **Importance économique, en France, du Cercospora de la betterave.**

Evaluation des pertes de rendement dues à cette maladie, à Versailles, en 1950 et 1951.

Influence de la date de semis sur les pertes de rendement.

II. — **Comportement des variétés commerciales à l'égard du Cercospora.**

Comparaison des variétés d'après les dégâts sur feuillage.

Comparaison des rendements des variétés dans des conditions de forte infection.

Comparaison de trois variétés de résistance différente dans des conditions d'infection variables.

Conclusions.

III. — **Possibilités d'amélioration de la résistance.**

Résumé.

Bibliographie.

I. — IMPORTANCE ÉCONOMIQUE, EN FRANCE, DU CERCOSPORA DE LA BETTERAVE

Des dégâts occasionnés par le Cercospora de la betterave (*Cercospora beticola*) sont signalés dans des pays aussi divers que les Etats-Unis, la plupart des pays d'Europe occidentale et centrale, l'U. R. S. S., etc...

En France, il semble bien que le Cercospora soit une des maladies les plus graves de la betterave sucrière. Cependant, on manque de données numériques précises sur les pertes de rendement qu'il provoque.

C'est dans le but d'évaluer ces pertes dans les conditions de la région parisienne que des essais comparatifs ont été effectués pendant deux années.

A. — Evaluation des pertes de rendement à Versailles, en 1950 et 1951

Deux méthodes ont été utilisées :

En 1950, nous avons récolté dans chaque parcelle d'un essai comparatif, d'une part des plantes aussi saines que possible, d'autre part, un échantillon pris au hasard et destiné à estimer le rendement de la parcelle. L'hétérogénéité due à l'infection naturelle rendait ce procédé possible.

En 1951, l'essai a été divisé en bandes longitudinales : l'une a été infectée artificiellement par pulvérisation sur les feuilles de mycélium broyé ; une autre a été traitée à la bouillie bordelaise à 2 % trois semaines après la contamination. L'étroitesse des bandes (6 m) et l'homogénéité du terrain permettait de considérer les parcelles prises deux à deux comme une série de couples.

Le second procédé est sans doute préférable au premier, mais sa réussite est beaucoup plus difficile. En 1951, les infections naturelles ont été très tardives, rendant le traitement à la bouillie bordelaise particulièrement efficace.

Un seul traitement avait suffi à éviter l'infection jusqu'en octobre. En année normale, il est probable que plusieurs traitements seraient indispensables pour obtenir le même résultat ; on peut se demander si l'effet dépressif du cuivre apporté par la bouillie bordelaise ne serait pas susceptible de diminuer le rendement en sucre.

Dans les deux essais, et plus spécialement dans le premier, les plantes témoins considérées comme saines avaient été plus ou moins atteintes tardivement. De ce fait, les pertes risquent d'être légèrement sous-estimées. Par contre, dans le cas de la contamination artificielle, l'homogénéité de l'infection était plus grande, les plantes étant toutes infectées en même temps. Les pertes peuvent être un peu plus importantes que dans le cas d'une contamination naturelle de même date.

Les dates de semis, d'arrachage et de contamination sont indiquées ci-dessous. Les essais comptaient trois répétitions et portaient sur deux variétés : *Kühn* à petit bouquet foliaire et *Vilmorin B* à grand bouquet foliaire.

Les prélèvements étaient de 40 racines.

	Date de semis	Date de de contamination	Date d'apparition des premières taches	Date de la généralisation de l'infection	Date d'arrachage
1950	6 avril	inconnue (naturelle)	10 août	25 août	13 octobre
1951	12 avril	3 juillet (artificielle)	13 juillet	23 juillet	15 octobre

Le tableau I indique le poids moyen d'une racine, le pourcentage de sucre par racine et la teneur en sucre d'une racine en gramme.

TABLEAU I

Pertes de rendement occasionnées par le Cercospora à Versailles en 1950 et 1951

	Vilmorin B			*Kühn P*		
	Poids moyen d'une racine	Sucre en %	Sucre en g par racine	Poids moyen d'une racine	Sucre en %	Sucre en g par racine
1950						
Plantes témoins.....	1249,5	16,1	201,2	1245	15,6	194,2
Plantes malades	745	15,1	112,5	670	14,4	96,5
Pertes en % du témoin	*40,3*	*6,2*	*43,5*	*46,2*	*7,7*	*50,3*
1951						
Plantes témoins.....	803,3	15,5	124,5	756,7	16,7	126,3
Plantes malades	493,9	15,3	75,5	443,8	15,6	69,2
Pertes en % du témoin.	*38,5*	—	*39,3*	*41,3*	*6,5*	*45,2*

Les chiffres obtenus ne valent que pour les conditions des essais. Cependant dans l'un de ces essais, l'infection était naturelle, dans l'autre la date de contamination et l'aspect du champ n'étaient pas exceptionnels. On est donc en droit de penser que des pertes de rendement en sucre à l'ha de l'ordre de 40 % n'ont rien d'exceptionnel. Sans doute ces pertes sont très variables d'un champ à l'autre et d'une année à l'autre. Parmi les facteurs contrôlables susceptibles d'agir sur les pertes il faut mentionner la date de semis.

B. — Influence de la date de semis sur les pertes

En 1950, l'essai effectué sur la variété *Kühn* comprenait 5 dates de semis.

En 1951, l'essai comprenait 4 dates de semis, 3 variétés et 3 répétitions ; il avait été partagé longitudinalement en 3 essais semblables. Le 1er avait été contaminé artificiellement le 3 juillet, le second traité à la bouillie bordelaise, le 3e laissé à l'infection naturelle. C'est ce même essai qui a été utilisé pour l'évaluation des pertes, pour l'étude de l'influence de la date de semis et pour la comparaison des trois variétés dans trois conditions différentes.

Le tableau II indique les rendements en poids et en sucre et le pourcentage de sucre par racine des plantes malades et des plantes témoins, pour la variété *Kühn*.

En 1951, il n'y a pas de différences significatives pour le rendement en poids et en sucre entre les différentes dates de semis. Ceci est vrai pour les plantes malades comme pour les plantes témoins. En 1950 les pertes en poids

Tableau II

Semis échelonné

	Poids moyen d'une racine	Sucre %	Sucre en g par racine
1950			
6 avril			
Plantes témoins	1245	15,6	194,2
Plantes malades	670	14,4	96,5
Pertes en % du témoin	*46,2*	*7,7*	*50,3*
25 avril			
Plantes témoins	960	15,2	145,9
Plantes malades	620	15,1	93,6
Pertes en % du témoin	*35,4*	*0,66*	*35,8*
5 mai			
Plantes témoins	760	15,7	119,3
Plantes malades	460	15,4	70,8
Pertes en % du témoin	*39,4*	*1,91*	*40,6*
18 mai			
Plantes témoins	600	15,3	91,8
Plantes malades	460	14,8	68,1
Pertes en % du témoin	*23,3*	*3,2*	*25,8*
2 juin			
Plantes témoins	570	15,1	86,1
Plantes malades	535	15	80,2
Pertes en % du témoin	*6,1*	*0,66*	*6.85*
Plus petite différence significative :			
Plantes témoins	120	0,8	25
Plantes malades	120	0,8	25
1951			
12 avril			
Plantes témoins	756,7	16,7	126,3
Plantes malades	443,8	15,6	69,2
Plantes en % du témoin	*41,3*	*6,5*	*45,2*
25 avril			
Plantes témoins	780	16,6	129,5
Plantes malades	477	14,5	69,1
Plantes en % du témoin	*38,8*	*12,6*	*46,6*
5 mai			
Plantes témoins	736	17	125,1
Plantes malades	456	14,5	66,1
Plantes en % du témoin	*38*	*14,7*	*47,1*
20 mai			
Plantes témoins	740	17,4	128,7
Plantes malades	493	15,8	77,9
Pertes en % du témoin	*33,4*	*9,2*	*39,4*
Plus petite différence significative :			
Plantes témoins	95	0,65	22
Plantes malades	110	0,7	26

et en sucre sont significativement plus élevées, pour le semis le plus précoce, que pour les autres dates, et significativement plus faibles pour le semis très tardif du 2 juin.

Cette différence de comportement entre un semis précoce et un semis très tardif peut être due à la durée totale d'infection plus grande pour le semis précoce. Il est possible que le stade atteint par la plante lors de la contamination influe sur l'intensité de l'infection ultérieure.

Pour vérifier cette hypothèse, des comptages de feuilles malades et de feuilles saines ont été effectués dans le semis échelonné, sur 20 plantes par répétition. Le tableau III donne les moyennes des rapports feuilles malades sur total des feuilles, aux dates du 25 juillet et du 23 août, pour la variété *Kühn*.

TABLEAU III

Dates des semis	Rapport $\frac{\text{Feuilles malades}}{\text{Total des feuilles}}$		Nombre de feuilles		
	Dates des comptages		Dates des comptages		
	25 juillet	23 août	3 juillet	25 juillet	23 août
12 avril 1951	0,536	0,540	20	22	28
25 avril »	0,496	0,567	18	21	27
12 mai »	0,377	0,579	14	17	24
25 mai »	0,222	0,588	9	15	23
Plus petite différence significative	*0,110*	*0,15*			

A la date du 25 juillet correspondant à la généralisation de l'infection, le rapport feuilles malades sur total des feuilles va croissant avec l'âge de la plante. Les différences sont toutes significatives. Ce résultat concorde avec les observations faites en 1950. En champ, les plantes jeunes sont moins sensibles que les plantes plus âgées, mais cet avantage dure peu.

Il est évident qu'il y a toujours intérêt à effectuer des semis précoces. On peut craindre cependant que des infections graves de Cercospora ne fassent perdre partiellement l'avantage de la précocité du semis.

La sélection de la betterave sucrière en vue de l'accroissement de la richesse en sucre et du poids des racines semble avoir atteint un palier depuis de nombreuses années. Une nouvelle étape dans l'amélioration résulterait d'une plus grande régularité des rendements, obtenue par l'emploi de variétés mieux adaptées au milieu. Les maladies, principalement le Cercospora et la Jaunisse, sont un obstacle à cette régularité. Avant d'entreprendre un travail de sélection, il est nécessaire d'effectuer un inventaire des variétés susceptibles de présenter une certaine résistance.

II. — COMPORTEMENT DES VARIÉTÉS COMMERCIALES A L'ÉGARD DU CERCOSPORA

A. — Comparaison des variétés d'après les dégâts sur feuillage

Méthode utilisée :

La nécessité d'avoir une infection homogène pour tester de nombreuses variétés en champ, nous a obligé à réaliser des infections artificielles. Ce procédé utilisé avec l'aide de la Station Centrale de Pathologie végétale consiste à pulvériser sur les feuilles du mycélium broyé et en l'absence de pluies immédiates, à arroser légèrement pendant les jours qui suivent la contamination.

Pour apprécier les dégâts sur feuillage on a attribué à chaque parcelle une note de 0 à 5, correspondant à l'échelle de notation suivante :

0 = moins de 10 taches par feuille
1 = peu de taches
2 = taches nombreuses
3 = brunissement des feuilles
4 = brunissement généralisé
5 = il ne reste qu'un bouquet de feuilles au centre.

Cette méthode était justifiée par l'homogénéité obtenue grâce aux contaminations artificielles. En fait, l'intensité d'une infection se manifeste par le pourcentage de plantes malades, le pourcentage de feuilles malades par plante, et le nombre de taches ou le degré de brunissement des feuilles.

Sauf dans le cas des variétés relativement résistantes, il suffit d'une infection moyenne pour que presque toutes les plantes aient au moins quelques taches. On ne peut donc utiliser le pourcentage de plantes malades dans les notations. Le pourcentage de feuilles malades est également insuffisant pour rendre compte de la sensibilité d'une variété.

Le tableau IV donne pour 7 variétés les moyennes des rapports $\frac{\text{feuilles malades}}{\text{total des feuilles}} \times 100$, calculés sur 30 comptages, ainsi que les coefficients de variation correspondant.

TABLEAU IV

	Pourcentage de feuilles malades	Indice de variation
US 215 × 216	2,2	573
Klein Wanzleben RC	13,5	127,8
Beta Y19	29,5	39
Klein Wanzleben E	31	34
Klein Wanzleben ZZ	26,7	60
Vilmorin C	32,8	31,2
Cesena Z	33,2	48,6

La variété américaine *US 215 × 216* a un pourcentage de feuilles malades plus faible que la variété allemande *Klein Wanzleben R. C.* ; compte tenu de l'aspect des feuilles, la variété allemande ne paraissait pas plus atteinte que la variété américaine.

La variété hongroise *Beta Y19* avait un pourcentage de feuilles malades comparable à celui des autres variétés. Cette variété présentait pourtant un petit nombre de taches par feuille et était incontestablement moins atteinte que la plupart des variétés commerciales.

Notons que les indices de variation indiqués deviennent anormalement élevés lorsque la distribution des chiffres s'éloigne de la distribution gaussienne, autrement dit que le nombre de plantes entièrement saines (pour lesquelles le pourcentage de feuilles malades est égal à 0) est plus élevé.

Résultats des essais effectués en 1948, 1950 et 1951

La nécessité de tester chaque année de nouvelles variétés ne nous a pas permis d'utiliser chaque année le même schéma d'essai, ce qui eût été préférable. Nous donnons successivement les résultats de chaque année.

En 1948. — Un essai préliminaire avec infection artificielle ne comportant que deux répétitions avait été effectué sur 12 variétés.

Les 2 variétés américaines *US 215 × 216* et *US 215 × 216/3* étaient presque indemnes. La variété italienne *Cesena*, bien que sensible, était moins atteinte que les autres variétés. Les deux variétés *Vilmorin C* et *Legland R* étaient plus atteintes que les autres variétés.

Ces résultats ont été confirmés les années suivantes.

En 1950. — L'essai était disposé en blocs avec 4 répétitions et comprenait 20 variétés. Les parcelles étaient constituées par une ligne de 20 m. La date de semis était le 6 avril, les dates de contamination le 4 et le 26 juillet.

Moyenne des notes données au début de septembre :

US 215 × 216/3, US 215 × 216	0,5
Cesena	1
Desprez élite, Hilleshög standard, Hilleshög Z, Hilleshög tétraploïde, *Klein Wanzleben R. C., Selecta N, Tourneur Goliath, Udycz,*	2
Cérès, Kühn, Mennesson, Say H, Say O	2,5
Legland R, Nemos L346, Nemos L347, Vilmorin C	3,5

La plus petite différence significative était $d = 0,6$.

Indépendamment, un autre essai avait porté sur 19 familles de la Station et comportait la variété *US 215 × 216* comme témoin. 7 familles ont eu une note moyenne égale ou inférieure à 1, la note de *US 215 × 216/3* étant 0,5. La trop faible quantité de graines n'a pas permis le renouvellement de cet essai en 1951.

En 1951. — L'essai était disposé « en lattice », avec 4 répétitions et comprenait 25 variétés et familles. Les parcelles étaient constituées par une ligne de 30 m. La date de semis était le 12 avril ; la date de contamination, le 7 mai (correspondant au stade 10 feuilles).

Moyennes des notes données en septembre :

US 215 × 216/3, US 215 × 216, Klein Wanzleben R. C.	1
Beta Y19	2
R.D.2	2,5
48 A5	3,25
Beta 242, Beta EI99	3,75
Cesena Z, Legland R, Klein Wanzleben tétraploïde	4
Klein Wanzleben E	4,25
Vilmorin C, Legland CS, Desprez P. G. D., 50.1279	4,75
Desprez UA, Klein Wanzleben Z, Mâle stérile 7101 et 7108, 48 R2, 48 B8, 50.1104	5

La plus petite différence significative était $d = 0,6$.

Ces essais montrent qu'en dehors des variétés américaines *US 215 × 216/3* et *US 215 × 216*, et de la variété allemande *Klein Wanzleben R. C.* qui sont assez résistantes, d'une variété hongroise *Beta Y19*, et d'une variété italienne *RD2* (*Rovigo*) qui sont moins sensibles, toutes les autres variétés testées sont nettement sensibles au Cercospora. Il existe d'autres variétés américaines résistantes, telles que *US 216 × 225*, et *US 226* que nous ne possédions pas lors de ces essais.

Indépendamment de ces essais comparatifs, on a observé en collection pour l'ensemble des années 1948-50, 82 variétés françaises et étrangères. Aucune n'a été trouvée résistante, en dehors des variétés résistantes signalées ci-dessus.

B. — Comparaison des rendements des variétés dans des conditions de forte infection

Les résultats précédents valent pour les dégâts sur feuillage. Ils suffisent pour donner une idée du comportement du matériel existant. Cependant, il est intéressant de comparer les rendements des variétés dans de fortes conditions d'infection. Le tableau V indique les rendements en poids, la matière sèche réfractométrique en pourcentage, et la matière sèche en grammes par racine. Voir tableau p. 223.

Nous constatons qu'à quelques exceptions près le classement pour le poids et la matière sèche totale correspond au classement d'après les notes de maladie. Les variétés résistantes se classent en tête bien qu'en l'absence de Cercospora leurs rendements soient médiocres.

Pour le pourcentage de matière sèche par racine il semble que le classement n'ait pas été sensiblement changé par la maladie : ce sont les variétés Z qui sont les plus riches et les variétés E les plus pauvres. Les différences variétales sont donc plus fortes pour le poids que pour le pourcentage de matière sèche.

C. — Comparaison des rendements de trois variétés dont une résistante dans des conditions d'infection artificielle, d'infection naturelle tardive et de non infection.

Le tableau VI donne les rendements en poids et en sucre et le pourcentage de sucre par racine des trois variétés *Kühn P*, *Vilmorin B* et *Klein Wanzleben R. C.*, dans des conditions d'infection forte, faible et légère.

Tableau V

Essai comparatif de rendement dans des conditions de forte infection

Date de Semis : 12 Avril 1951 — Date de contamination : 7 Juin (stade 10 feuilles).
Date d'apparition des 1re taches 22 Juin — Date de notation: 24 Septembre.

Poids moyen d'une racine en g		Matière sèche réfractométrique %		Matière sèche par racine en g		Notes de Cercospora	
Klein Wanzleben RC	895	*Klein Wanzleben ZZ*	21,4	*Klein Wanzleben RC*	184	*US 215 × 216/3.* *US 215 × 216..* *Klein Wanzleben RC*	1
Cesena (RD2)	859	*Desprez UA*	20,9	*Beta Y19*	168		
48 A5	851	*Klein Wanzleben RC*	20,6	*Cesena RD2*	163,5	*Beta Y19*	2
Beta Y19	841	*50 CI8*	20,5	*48 A5*	153,5		
US 215 × 216/3	829	*Beta Y19*	20	*50 C18*	152		
Beta E199	797	*Cesena Z*	20	*US 215 × 216/3*	148,5	*Cesena RD2*	2,5
Klein Wanzleben E	767	*50 M3*	20	*US 215 × 216..*	146	*48 A5*	3,25
US 215 × 216	760	*50.1104*	19,7	*Beta E199*	145,5	*Beta 242* *Beta E199*	3,75
50.1279	731	*Legland R*	19,5	*Mâle stérile 7101*	134		
50 C18	720	*Klein Wanzleben* tétraploïde	19,4	*Klein Wanzleben* tétraploïde	132,5	*Cesena Z* *Legland R* *Klein Wanzleben* tétraploïde	4
Mâle stérile 7101	712	*US 215 × 216..*	19,3	*50 1279*	132,5		
48 R2	707	*Beta 242*	19,2	*Beta 242*	131		
Mâle stérile 7108	706	*Cesena (RD2)*	19,1	*Klein Wanzleben E*	128	*Klein Wanzleben E*	4,25
Klein Wanzleben tétraploïde	684	*Mâle stérile 7101..*	18,8	*Cesena Z*	127	*Vilmorin C* *Legland CS* *50 1279* *Desprez PGD*	4,75
Beta 242	682	*Vilmorin C*	18,7	*50 M3*	126,5		
Legland CS	654	*Desprez PGD*	18,4	*Mâle stérile 7108..*	124		
Vilmorin C	635	*48 B8*	18,4	*Desprez UA*	124		
Cesena Z	634	*Beta E199*	18,4	*Vilmorin C*	119	*Desprez UA* *Klein Wanzleben ZZ* *Mâle stérile 7101* » » *7108* *48 R2* *48 B8* *50 1104*	5
50 M3	632	*48 A5*	18	*48 R2*	119		
Desprez PGD	629	*Legland CS*	18	*Legland CS*	118		
Legland R	594	*50 1279*	18	*Legland R*	116		
Desprez UA	587	*US 215 × 216/3*	17,9	*Desprez PGD*	115,5		
48 B8	582	*Mâle stérile 7108.*	17,7	*50 1104*	111		
50 1104	564	*48 R2*	17,5	*48 B8*	107		
Klein Wanzelben ZZ	399	*Klein Wanzleben E*	16,7	*Klein Wanzleben ZZ*	86		
La plus petite différence significative est	*99*		*1,25*		*20*		*0,6*

Dans des conditions d'infection légère, aucune différence n'est significative. La variété allemande se classe cependant la dernière. En réalité, le traitement à la bouillie bordelaise n'avait pas empêché totalement l'infection. Même dans cet essai, la variété allemande était certainement favorisée.

Dans des conditions d'infection forte, la différence de rendement en sucre/ha entre la variété résistante et les deux autres variétés est supérieure à 40 %.

D. — Conclusions

Il n'existe pas actuellement, à notre connaissance, de type de betterave sucrière immune au Cercospora. Quelques variétés étrangères présentent une

TABLEAU VI

Rendements de trois variétés : Kühn P, Vilmorin B et Klein Wanzleben R. C. *en 1951 dans trois conditions différentes d'infection par le c.*

Date de semis : 6 avril

1 — Essai traité à la bouillie bordelaise — Infection légère et très tardive.

Poids	en g par racine	en pourcentage du témoin *Kühn*	Pourcentage de sucre	par racine	en pourcentage du témoin *Kühn*	Rendement en sucre	en g par racine	en pourcentage du témoin *Kühn*
	—	—		—	—		—	—
Vilmorin B	803,3	106,1	*Klein Wanzleben R. C.*	16,9	101,1	*Kühn P*	135	100
Kühn P	756,7	100	*Kühn P*	16,7	100	*Vilmorin B*	125,6	93
Klein Wanzleben R. C.	741,1	97,9	*Vilmorin B*	16,5	98,8	*Klein Wanzleben R. C.*	124,4	92,1

Les différences ne sont significatives ni pour le poids, ni pour le sucre en %, ni pour le sucre total

V = 13,2 V = 5,9 V = 15,3

2 — Infection naturelle tardive

Poids	en g par racine	en pourcentage du témoin *Kühn*	Pourcentage de sucre	par racine	en pourcentage du témoin *Kühn*	Rendement en sucre	en g par racine	en pourcentage du témoin *Kühn*
	—	—		—	—		—	—
Klein Wanzleben R. C.	821	124,2	*Klein Wanzleben R. C.*	17,2	105,5	*Klein Wanzleben R. C.*	141,2	130,1
Vilmorin B	755,5	114,3	*Kühn P*	16,3	100	*Vilmorin B*	120	110,5
Kühn P	660,9	100	*Vilmorin B*	15,8	96,9	*Kühn*	108,5	100

Plus petite différence significative $d = 107$ — V = 10,9

Plus petite différence significative $d = 0,84$ — V = 3,9

Plus petite différence significative $d = 20,8$ — V = 12,9

3 — Infection artificielle — Contamination : 3 juillet — Infection générale : 20 juillet.

Poids	en g par racine	en pourcentage du témoin *Kühn*	Pourcentage de sucre	par racine	en pourcentage du témoin *Kühn*	Rendement en sucre	en g par racine	en pourcentage du témoin *Kühn*
	—	—		—	—		—	—
Klein Wanzleben R. C.	801,1	180,5	*Klein Wanzleben R. C.*	16,7	107,5	*Klein Wanzleben R. C.*	134,2	192,5
Vilmorin B	493,9	111,2	*Kühn P*	15 6	100	*Vilmorin B*	75,7	108,6
Kühn P	443,8	100	*Vilmorin B*	15,3	98,1	*Kühn P*	69,7	100

Plus petite différence significative $d = 79,8$ — V = 10,5

Plus petite différence significative $d = 1,0$ — V = 5

Plus petite différence significative $d = 16,7$ — V = 13,7

N. B. — L'indice de variation V donne une indication sur la précision des essais.
— Seuls les chiffres situés de part et d'autre du signe < sont significativement différents.

certaine résistance qui, bien que relative, est cependant appréciable. L'utilisation des variétés résistantes aux Etats-Unis date déjà de plus de 10 ans.

On peut classer grosso modo les variétés commerciales actuelles en quatre groupes : assez résistantes, pas très sensibles, sensibles (presque toutes les variétés européennes), très sensibles. Il y a en réalité une gamme continue de sensibilité, mais les tests de résistance ne peuvent prétendre à une grande précision parce que les variétés commerciales sont des populations hétérogènes du point de vue de la sensibilité au Cercospora.

Dans les essais effectués sur des lignées et des familles, la gamme de variation est plus étendue. En fait, les différences de sensibilité entre les quatre groupes proposés sont suffisantes pour que dans des conditions de forte infection le classement des variétés pour le rendement en poids soit à peu de chose près le même que leur classement d'après les notes de maladie.

Le tableau VI nous a montré que dans le cas d'une forte infection avec apparition des taches en juillet, la différence de rendement en sucre/ha entre les deux variétés commerciales courantes et la variété résistante utilisée est supérieure à 40 %.

Ce chiffre élevé est dû en partie à l'homogénéité de l'infection artificielle (toutes les plantes étant fortement atteintes) et à sa précocité (mais des infections naturelles peuvent être aussi précoces).

Ces résultats suffisent cependant à montrer la nécessité de cultiver des variétés moins sensibles que la plupart des variétés commerciales actuelles. Il semble que les variétés américaines et italiennes résistantes ne soient pas adaptées à notre pays sauf, peut-être dans la basse vallée du Rhône. Elles ont une trop forte tendance à monter à graines en première année de culture. De plus, les variétés américaines ont des racines généralement très allongées et d'arrachage difficile.

Le tableau ci-dessous donne les pourcentages de montées à graines observées en août dans des semis effectués à date normale pour 4 années de culture.

	US 215 × 216	*US 215 × 216/3*	*Cesena*	*Kuhn*
1948	11	15,3	14,3	0,6
1949	30,5	28	16	0
1950	8,3	9	8,5	0
1951	5 ,2	4,8	4,6	0

En l'absence de Cercospora, les variétés résistantes actuelles donnent dans le nord de la France des rendements nettement inférieurs à ceux des variétés commerciales usuelles.

La variété allemande *Klein Wanzleben R. C.* n'a été cultivée qu'une seule année à Versailles. Dans un essai très peu atteint par la maladie, elle a donné un rendement en sucre égal à 83 % de celui du témoin et significativement inférieur à celui des autres variétés testées dans l'essai.

La variété hongroise n'a pas pu être mise en essai en l'absence de Cercospora.

Dans une partie du champ faiblement atteinte par le Cercospora, les varié-

tés américaines et italiennes ont donné en 1949 et 1950 les rendements en poids et en sucre à l'hectare suivants (en pourcent du témoin *Kühn*). Par comparaison, on a donné également les rendements d'*Hilleshög standard*.

	US 215 × 216		*US 215 × 216/3*		*Cesena*		*Hilleshög standard*	
	Poids	Sucre	Poids	Sucre	Poids	Sucre	Poids	Sucre
1949.....	70	60	80	71	90	91	119	120
1950.....	—	—	90	84	106	100,2	109,5	112

Les vraies valeurs du témoin *Kühn* étaient :

	1949	1950
Poids moyen d'une racine (en g)	500	780
Sucre par racine (en g)	70	131

Les infections de Cercospora étant fréquentes, mais irrégulières et d'intensité variable, une variété résistante adaptée aux conditions françaises de culture, doit d'abord assurer un rendement égal à la moyenne en l'absence de Cercospora. Il n'est peut être pas indispensable que son degré de résistance soit aussi élevé que celui des variétés américaines ou allemandes. Les auteurs américains eux-mêmes ont constaté que dans des conditions d'infection légère les variétés résistantes donnent des rendements inférieurs à ceux des variétés européennes.

III. — POSSIBILITÉS D'AMÉLIORATION DE LA RÉSISTANCE

Puisqu'il y a statistiquement corrélation inverse entre rendement et résistance on peut se demander s'il y a réellement incompatibilité ou si ce fait est dû à ce que le matériel résistant est encore trop peu important. Il n'est pas possible de répondre actuellement à cette question, mais il y a certainement intérêt à constituer d'abord un grand nombre de lignées résistantes d'origines les plus diverses possibles. On sait que des types peu sensibles existent aussi bien chez des variétés fourragères que chez des variétés sucrières de type Z à N telles que *Klein Wanzleben R. C.* ou *Cesena*. Il n'est peut-être pas impossible d'obtenir dans l'avenir des types résistants intermédiaires de type N à rendement élevé.

Il serait utile, dans ce but, d'approfondir deux problèmes : la nature de la résistance et son comportement génétique.

La question de la nature de la résistance en est au stade des hypothèses. Pool et Mc Kay (12) pensent que l'ouverture des stomates joue un rôle important ; les feuilles jeunes d'une plante paraissent moins sensibles que les feuilles âgées ; leurs stomates seraient plus nombreux mais moins ouverts que ceux des feuilles âgées.

Il semble également que les feuilles des plantes peu sensibles ou les feuilles jeunes d'une plante sensible aient une cuticule plus cireuse que les feuilles sensibles. Ces feuilles pourraient retenir moins bien l'eau, ce qui favoriserait la fermeture des stomates.

Les facteurs internes non analysables jouent peut-être le rôle principal. Il n'est d'ailleurs pas impossible qu'il y ait plusieurs types de résistance. Dans des conditions d'infection identiques, les plantes de la variété hongroise *Beta Y19* ont des taches nettement plus grosses mais beaucoup moins nombreuses que celles des autres variétés résistantes testées. Par contre, le nombre des feuilles atteintes est plus élevé.

On n'a pas de données sur l'existence éventuelle de races physiologiques de Cercospora. L'existence de telles races, si elles existent, devrait être prise en considération dans un travail d'amélioration. Cependant le fait que les sélections américaines, allemandes ou hongroises restent résistantes en France, semble indiquer que les différences de virulence sont peu importantes chez *Cercospora beticola*.

Le comportement génétique de la résistance n'est pas très bien connu. Les hybrides F_1 que nous avons obtenus entre des plantes résistantes et des plantes sensibles ont tous été sensibles. Cette observation concorde avec les travaux des auteurs américains. Kohls (9) rapporte que dans des croisements effectués deux à deux entre types sensibles et résistants, la moyenne des F_1 était comparable à la moyenne des parents sensibles. Il semble que la résistance des betteraves au Cercospora nécessite encore des études approfondies.

L'obtention d'une variété résistante donnant en même temps des rendements élevés dans des conditions d'infection légère pose le problème des méthodes de sélection. La sélection massale est efficace lorsqu'il s'agit par exemple de maintenir dans une population de betteraves une bonne richesse en sucre par le choix des racines les plus riches, à condition que cette sélection massale conservatrice soit poursuivie régulièrement. Il est douteux que l'on puisse aboutir par cette méthode à une réelle augmentation de rendement. Lorsqu'il s'agit de sélectionner pour un caractère peu fréquent tel que la résistance au Cercospora, on est amené soit à constituer des lignées par des autofécondations répétées, soit à grouper ensemble des plantes semblables et à effectuer des croisements « frères × sœurs » dans la descendance. L'augmentation du degré d'homogénéité dans la descendance risque d'entraîner une perte de vigueur. Chez les plantes allogames telles que la betterave, il y a incompatibilité entre rendement élevé et homogénéité, obtenue par une certaine homozygotie.

Une solution pourrait être celle utilisée par les sélectionneurs de betterave américains qui ont copié les méthodes utilisées pour le maïs. Le premier travail réside d'abord dans la constitution de « lignées » relativement homogènes.

Puis, par une série de croisements deux à deux on détermine quelles sont les lignées qui donnent les meilleurs hybrides. Les variétés commerciales sont, soit des F_1 entre deux lignées, soit des variétés synthétiques provenant du mélange au stade planchon de plusieurs lignées ayant entre elles une bonne faculté d'association.

Cette méthode pose des problèmes annexes : les « hybrides » ainsi obtenus ne contiennent qu'un certain pourcentage d'hybrides F_1, d'où l'intérêt de

l'utilisation de lignées mâles stériles pouvant servir de parent femelle afin d'augmenter le pourcentage de F_1 dans la variété commerciale.

Les essais dont les résultats sont relatés ci-dessus constituent un travail préliminaire. Des recherches devront être poursuivies dans deux directions :

1° la sélection d'un plus grand nombre de familles « résistantes » pouvant éventuellement être utilisées pour l'obtention d'une variété commerciale,

2° l'étude de certaines questions mal connues telles que la nature de la résistance et son comportement génétique.

RÉSUMÉ

Les pertes de rendement occasionnées par le Cercospora de la betterave ont été évaluées par la méthode des essais comparatifs pendant deux années. Les pertes se sont élevées pour le sucre à l'ha à 40 % du rendement des plantes témoins.

Le comportement de 30 variétés commerciales vis-à-vis du Cercospora a été étudié à l'aide d'essais comparatifs. D'autres variétés ont été observées en collection. Au total, en dehors des variétés américaines résistantes, d'une variété allemande, d'une variété hongroise et d'une variété italienne, les autres variétés étudiées se sont montrées nettement sensibles. En 1950, sur 19 familles de la Station testées, 7 se sont montrées peu sensibles.

La comparaison de trois variétés, dont une résistante, dans des conditions d'infection forte, tardive et très légère a montré l'intérêt des variétés résistantes dans le cas d'une infection forte et même tardive. Les variétés résistantes actuelles donnent des rendements médiocres en l'absence de Cercospora. Plusieurs ont tendance à monter à graines en première année.

Un des principaux objectifs d'amélioration de la betterave sucrière en France serait dans une première étape l'obtention de lignées résistantes d'origines diverses et dans une seconde, la création d'une variété résistante ou semi-résistante donnant en même temps des résultats satisfaisants en l'absence de Cercospora.

BIBLIOGRAPHIE

(1) Brewbaker (H. E.), Bush (H. L.) et Wood (R. R.) — A quarter century of progress in sugar beet improvement by the great Western sugar Company. *Proceed. Amer. Soc. Sugar beet techn.*, 202-207, 1950.

(2) Coons (G. H.). — Sugar beet disease control progressing towards solution. *U. S. Dep. Agri. Yearbook*, 557-559, 1928.

(3) Coons (G. H.), Stewart (D.), Elcock (H. A.). — Sugar beet strains resistant to leaf spot and curly top. *U. S. Dept. Agric. Yearbook*, 493-496, 1931.

(4) Coons (G. H.) et Stewart (D.). — U. S. 200 × 215 a new sugar beet variety resistant to leaf spot. *Sugar*, J., **3**, 2, 1940.

(5) Coons (G. H.), Stewart (D.), Culbertson (S. O.), Deming (G. W.), Gaskill (S. O.), Lill (S. B.), Nuckols (S. B.). — Report on 1941 tests of U. S. 200 × 215, 215 × 216 and other varieties arising in leaf spot resistance breeding investigations of the U. S. Department of Agriculture. *Proceed. Amer. Soc. Sugar beet techn.*, 356-364, 1942.

(6) COONS (G. H.), STEWART (D.), DEMING (G. W.), GASKILL (S. O.), HENDERSON (R. W.), LILL (S. G.), NUCKOLS (S. B.). — Report on tests in 1945 of U. S. 215 × 216 and other varieties from sugar beet leaf spot resistance breeding investigations of the U. S. Department of Agriculture. *Proceed. Amer. Soc. Sugar beet techn.*, 206-209, 1946.

(7) COONS (G. H.), STEWART (D.), BOCKSTAHLER (H. W.), DEMING (G. W.), GASKILL S. O.), LILL (S. G.), SCHNEIDER (C. L.). — Report of 1949 tests of U. S. 216 ×225 and other varieties from sugar beet leaf spot resistance breeding investigations of the U. S. Department of Agriculture. *Proceed. Amer. Soc. Sugar beet tech.*, 209-217, 1950.

(8) DAHLBERG (H. W.), BREWBAKER (H. E.). A promising sugar beet hybrid of the Milpitas type x commercial. *Proceed. Amer. Soc. Sugar beet techn.*, 175-178, 1948.

(9) KOHLS (H. L.). — A genetic study of 17 F_1 hybrids and their inbred parents. *Proceed Amer. Soc. Sugar beet techn.*, 165-170, 1950.

(10) NAGEL (C. M.). — Epiphytology and control of sugar beet leaf spot caused by *Cercospora beticola* Sacc. — *Iowa Agric. exp. Sta. Research. Bull.*, **338**, 680-706, 1945.

(11) NAGEL (C. M.) et LEONARD (O. H.). — The effect of *Cercospora beticola* on the chemical composition and carbon assimilation of *Beta vulgaris*. *Phytopathology*, **30**, 659-666, 1940.

(12) POOL (V. W.) et Mc KAY (M. B.). — Relation of stomatal movement to infection by *Cercospora beticola*. *J. Agric. Research*, **5**, 1011-1038, 1916.

(13) RAPIN (J.). — Lutte contre le *Cercospora* ou maladie des feuilles de la betterave. *Rev. romande d'agric. vit. arb.*, **3**, 1950.

(14) STEWART (D.). — The damages induced by a severe epidemic of *Cercospora* leaf spot on susceptible and resistant varieties of sugar beets. *Proceed. Amer. Soc. Sugar beet tech.*, 528-530, 1948.

(15) VESTAL (E. F.). — Pathogenicity, host response and control of *Cercospora* leaf spot of sugar beets. *Iowa Agric. exp. Ste. Research bull.*, **168**, 45-73, 1933.

ÉTUDES SUR UN VERGER BRETON DE VARIÉTÉS AMÉRICAINES DE POMMES DE TABLE

PAR

J. TAVERNIER et P. JACQUIN

Station de Recherches Pomologiques et Cidricoles, Rennes

PLAN DU MÉMOIRE

I. — **Introduction.**
II. — **Observations phénologiques.**
III. — **Qualité germinative du pollen.**
IV. — **Alternance.**
V. — **Teneur en vitamine C.**
VI. — **Composition chimique.**

Interprétation des résultats analytiques

a) Richesse saccharine
b) Acidité et pH
c) Extrait sec réduit
d) Degré réfractométrique
e) Alcalinité des cendres

VII. — **Conclusions.**
VIII. — **Bibliographie**

I. — INTRODUCTION

Au cours de la dernière guerre mondiale et principalement pendant les quatre années qui suivirent la libération de notre pays, la culture du pommier à couteau connut un nouvel essor : une active propagande dirigée par les organismes et les revues spécialisées, la vente facile des pommes de table à un prix très rémunérateur, incitèrent de nombreux agriculteurs et même des particuliers désireux de placer des capitaux, à créer des vergers importants, en s'inspirant des dernières techniques culturales en honneur.

Les U. S. A., dont la production industrialisée de pommes de table ressort en moyenne à 2 640 000 tonnes annuelles, calculée de 1929 à 1945 et qui, de ce fait « produisent probablement 36 à 37 % des pommes du monde entier » (1), fascinèrent quelque peu les pomiculteurs de notre pays : des rapports de mis-

sion, des articles de vulgarisation et des conférences firent connaître aux pomiculteurs français les variétés commerciales américaines et canadiennes.

L'Ecole Nationale d'Agriculture de Rennes possédant un verger de 33 variétés américaines, il nous a paru intéressant de procéder à quelques observations sur ce verger, pour compléter la documentation existante mise à la disposition des producteurs français de pommes de table.

Ce verger de 33 variétés américaines de pommes de table dit verger *Serge Hérenger* a été constitué en 1936 par 75 pommiers de 2 ans, greffés sur franc, raz terre, importés directement des U. S. A., la fourniture étant effectuée par les *Stark Brothers Nurseries* de Louisiane. Ces jeunes arbres ont été conduits en forme basse, à centre ouvert, sans axe central. Quelques variétés ont fructifié dès la deuxième ou la troisième année, mais la première récolte générale s'est située à l'automne de 1943, soit 7 ans après la plantation : la mise à fruits de ces variétés a donc été précoce (1).

II. — OBSERVATIONS PHÉNOLOGIQUES

Nos observations phénologiques ont porté sur les 33 variétés américaines du verger en utilisant les stades-repères de la méthode FLECKINGER (2). Nous avons ainsi noté pour chacune de ces variétés l'apparition marquante du départ de la végétation le stade-repère B et les dates de floraison aux stades-repères F, F_2 et H. Ces relevés ont été effectués durant 4 années consécutives: 1946, 1947, 1948 et 1949.

Parallèlement, nous avons établi les relevés météorologiques d'après les observations qui nous ont été aimablement communiquées par M. J. MORICE., adjoint-technique responsable du poste météorologique de l'Ecole Nationale d'Agriculture de Rennes (Fig. Rennes 1946, 47, 48, 49).

Ces observations phénologiques sont groupées dans le tableau I.

Les relevés météorologiques correspondants sont résumés par les graphiques.

L'examen du tableau I indique que, sous le climat breton, la plupart de ces variétés américaines sont en voie de débourrement au stade « bouton blanc » des praticiens, stade repère B, entre le 10 mars et le 5 avril.

Cette fluctuation dans l'époque du débourrement au cours de ces 4 années d'observations fait apparaître comme vraisemblable l'influence de la température du mois de mars.

Si nous établissons les sommes des températures moyennes journalières, des heures d'insolation, des hauteurs de pluie, des températures du sol à 25 cm de profondeur, pour le mois de mars, nous obtenons le tableau suivant :

(1) Nous tenons tout d'abord à adresser nos plus vifs remerciements à M. le Directeur L. RIFFAULT et à M. F. ROULON, Maître de Conférences d'arboriculture qui nous ont facilité notre tâche et nous ont permis de mener à bien ce travail.

	Densité du jus à 15°	Extrait sec total sous vide à 70°	Réfractomètre O. P. L. à 20°	Réaction p. H. à 18°	Acidité de titration en g SO_4H_2 par litre	Acidité de titration en milliéquivalents	Alcalinité des cendres en milliéquivalents	Somme des cations	Acide Malique en milliéquivalents	Acide Citrique en milliéquivalents	Acide Lactique en milliéquivalents	Acide Succinique en milliéquivalents	Déviation polarimétrique avant invertion	Déviation polarimétrique après invertion	Sucres totaux en g par litre	Sucres réducteurs en g par litre	Glucose en g par litre	Lévulose en g par litre	Saccharose en g par litre	Lévulose/Sucres Totaux	Saccharose/Sucres Totaux	Glucose/Lévulose	Extrait sec réduit
Baldwin	1073	187,1	17,40	3,62	3,23	66,0	32,0	98,0	76,5	7,3	—	—	— 10,56	— 16,37	158,0	125,9	30,4	95,5	32,3	0,61	0,20	0,31	30,1
Cortland	1060,7	152,6	14,60	3,87	2,01	41,0	35,0	76,0	63,5	3,8	—	—	— 12,90	— 14,60	119,5	109,7	22,5	87,2	9,5	0,73	0,08	0,25	34,1
King David	1072,0	183,0	17,00	3,38	4,70	96,0	40,5	136,5	117,5	5,4	—	—	— 11,66	— 15,61	157,2	134,0	37,1	96,9	22,0	0,62	0,13	0,38	26,8
Delicious	1065,0	166,9	16,00	4,05	0,98	20,0	22,0	42,0	30,5	2,8	—	—	— 10,45	— 13,21	147,5	130,2	38,0	92,0	16,3	0,63	0,11	0,41	20,4
Duchesse Double Rouge	1065,6	169,6	16,02	3,42	5,00	102,0	30,7	132,7	122,0	4,2	—	—	— 13,13	— 16,45	144,2	123,7	20,7	103,0	18,5	0,71	0,13	0,20	26,4
Fameuse	1062,5	158,3	15,20	3,57	2,84	58,0	21,5	79,5	71,5	5,2	—	—	— 15,40	— 18,19	138,7	122,0	15,6	106,4	16,1	0,76	0,11	0,14	20,6
Gravenstein Triple Rouge	1079,2	201,8	18,77	3,70	4,80	98,0	54,2	152,2	131,5	3,7	1,0	< 1,0	— 12,54	— 14,04	171,5	162,0	53,0	109,0	8,7	0,64	0,05	0,48	31,3
Grimes Golden	1077,5	195,8	18,34	3,85	3,04	62,0	34,0	96,0	83,0	1,6	—	—	— 5,93	— 16,85	167,5	103,7	16,6	87,1	61,4	0,52	0,37	0,19	29,3
Jefferies	1083,0	212,5	19,80	4,25	2,99	61,0	50,5	111,5	102,5	2,8	—	—	— 9,93	— 12,05	174,4	161,0	25,2	135,8	12,2	0,77	0,07	0,18	39,1
Jonathan	1071,0	177,0	16,80	3,78	3,38	69,0	37,0	106,0	87,5	8,7	0,3	< 1,0	— 10,93	— 12,86	152,0	140,6	45,1	95,5	11,0	0,63	0,07	0,47	26,0
Kendall	1064,5	164,7	15,74	3,83	3,18	65,0	32,5	97,5	86,0	2,5	—	—	— 13,53	— 17,46	143,0	119,0	15,6	103,4	22,7	0,72	0,16	0,15	22,7
Lodi	1052,0	130,3	12,3	3,40	6,07	124,0	43,0	167,0	154,5	3,8	0,5	< 1,0	— 9,93	— 12,58	109,5	93,2	17,2	76,0	15,2	0,70	0,14	0,22	31,8
Early Mac Intosh	1075,0	193,3	17,62	3,37	7,94	162,0	57,0	219,0	197,0	4,5	—	—	— 12,13	— 17,60	160,0	122,0	18,3	103,7	36,0	0,65	0,22	0,17	34,3
Red Mac Intosh	1059,0	148,8	14,08	4,25	1,57	32,0	34,0	66,0	53,0	2,3	1,0	< 1,0	—	—	129,0	87,5	—	—	—	—	—	—	20,8
Sweet Mac Intosh	1056,0	142,7	13,84	4,43	0,64	13,0	20,5	33,5	21,0	1,9	—	—	— 12,90	— 14,60	119,5	109,8	22,6	87,2	9,5	0,73	0,08	0,25	24,2
Macoun	1066,8	170.9	16,20	3,90	2,79	57,0	37,5	94,5	79,5	6,1	1,2	< 1,0	— 17,05	— 18,22	142,0	134,7	23,0	111,7	6,6	0,78	0,05	0,20	29,9
Maïden Blush	1058,0	146,0	14,20	3,78	2,54	52,0	31,7	83,7	72,5	2,5	—	—	— 8,39	— 12,41	123,0	99,2	22,8	76,4	23,1	0,62	0,19	0,29	24,0
Medina	1080,9	208,6	19,20	3,97	2,01	41,0	32,5	73,5	62,0	2,5	0,8	< 1,0	— 13,37	— 16,12	178,2	161,5	47,7	113,8	15,8	0,64	0,09	0,41	31,4
Mildose	1052,2	132,3	12,72	3,63	3,18	65,0	31,2	96,2	91,0	1,7	0,5	< 1,0	— 11,11	— 12,94	116,5	106,2	22,0	84,2	10,6	0,72	0,09	0,25	15,8
Northern Spy	1058,3	147,7	14,00	3,40	3,43	70,0	25,5	95,5	85,5	5,1	—	—	— 6,12	— 13,75	130,0	84,5	12,3	72,2	43,2	0,55	0,33	0,17	18,7
Orleans	1081,5	209,5	19,47	4,12	2,55	52,0	38,5	90,5	76,0	4,3	0,4	< 1,0	— 12,37	— 14,79	179,2	165,0	53,8	111,2	13,8	0,62	0,08	0,48	31,3
Paragon	1087,0	220,5	20,30	3,76	2,45	50,0	30,5	80,5	65,5	4,7	0,6	< 1,0	— 12,32	— 15,32	194,0	176,2	60,7	115,5	17,1	0,59	0,09	0,52	27,5
Rhode Island Greening	1076,5	192,7	18,00	3,60	4,90	100,0	44,0	144,0	121,5	8,7	—	—	— 13,20	— 15,45	160,0	146,8	41,1	105,7	12,8	0,66	0,08	0,38	33,7
Rome Beauty	1070,9	182,7	17,10	4,00	2,30	47,0	32,5	79,5	65,0	3,3	0,6	< 1,0	— 12,32	— 16,22	154,0	130,0	27,5	102,5	22,3	0.66	0,14	0,26	29,7
Senator	1071,0	182,0	16,95	3,68	2,64	54,0	34,0	88,0	73,5	2,0	—	—	— 11,22	— 17,10	156,0	122,5	27,2	95,3	32,7	0,61	0,20	0,28	27,0
Staymann Winesap	1087,5	227,8	21,50	3,90	2,89	59,0	33,2	92,2	88,0	2,5	—	—	— 9,57	— 13,31	194,0	170,0	64,6	105,4	21,3	0,54	0,11	0,51	34,8
Sum Champion	1074,0	196,8	18,52	4,00	2,79	57,0	31,0	88,0	71,5	4,2	0,6	< 1,0	— 11,22	— 13,50	168,5	155,2	52,4	102,8	13,0	0,61	0,08	0,50	29,3
Wealthy	1049,5	128,2	12,07	3,54	3,09	63,0	29,5	92,5	80,0	2,3	1,1	< 1,0	—	—	110,3	89,0	—	—	—	—	—	—	18,9
Winesap de Virginie	1085,5	218,0	20,60	3,93	3,13	64,0	44,0	108,0	98,5	3,4	—	—	— 9,60	— 14,30	190,0	163,7	58,0	105,7	25,6	0,56	0,14	0,54	29,0
Winter Banana	1062,0	156,5	14,84	3,70	2,01	41,0	19,5	60,5	51,5	3,1	—	—	— 12,05	— 14,76	133,8	118,3	27,6	90,7	15,1	0,67	0,11	0,30	23,7
Yellow Transparente	1056,0	140,5	13,1	3,34	5,88	120,0	37,5	157,5	146,0	3,0	0,7	< 1,0	— 10,45	— 13,43	120,9	103,6	20,6	83,4	17,1	0,69	0,14	0,24	20,6
York	1074,6	194,6	17,93	3,63	4,85	99,0	50	149,0	132,5	3,0	0,3	< 1,0	— 8,14	— 13,61	165,0	132,2	30,3	101,9	31,0	0,62	0,19	0,29	30,6
Willow Twig	1063,4	161,6	15,25	3,27	4,65	95,0	30,5	125,5	114,0	2,8	—	—	— 3,70	— 13,80	143,0	83,7	14,5	69,2	56,8	0,48	0,40	0,20	19,6

TABLEAU I

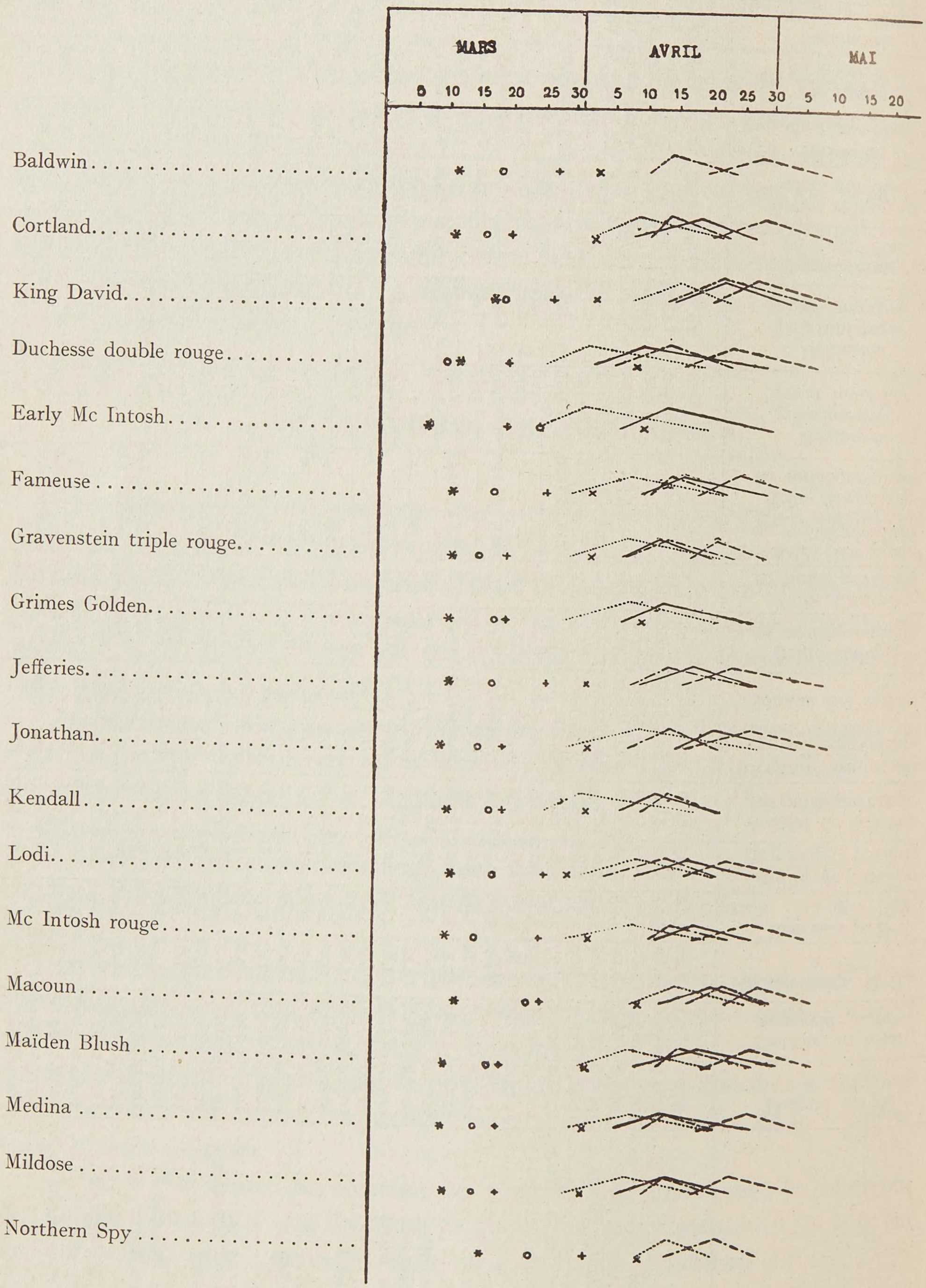

MARS
AVRIL
MAI
5 10 15 20 25 30 5 10 15 20 25 30 5 10 15 20
Baldwin
Cortland
King David
Duchesse double rouge
Early Mc Intosh
Fameuse
Gravenstein triple rouge
Grimes Golden
Jefferies
Jonathan
Kendall
Lodi
Mc Intosh rouge
Macoun
Maïden Blush
Medina
Mildose
Northern Spy

Tableau II

Valeurs climatériques du mois de mars

Années	Somme des températures moyennes journalières	Somme des heures journalières d'insolation	Somme des hauteurs journalières de pluie	Nombre de jours de pluie	Somme des températures journalières du sol à 25 cm	Classement au stade repère B par précocité
1946.....	226°,1	94,8	24,8	9	113,2	III
1947.....	260°,9	76,2	116,2	26	108,0	IV
1948.....	348°,2	212,3	26,8	4	186,8	I
1949.....	227°,3	153,8	43,9	10	119,3	II

Si l'on compare les valeurs climatériques ainsi obtenues, on constate que deux valeurs ont une influence marquée sur le départ de la végétation : la température du sol au contact des racines et le nombre d'heures d'insolation. Mars 1948 est caractéristique à ce double point de vue. Pour assurer le départ de la végétation des variétés étudiées, la température du sol à 25 cm de profondeur, profondeur à laquelle se trouvent les racines, doit atteindre 7 à 8°.

La somme des températures moyennes journalières et la somme des hauteurs journalières de pluie paraissent exercer une influence moins précise et doivent être prises en relation réciproque.

Remarquons également que la courbe des températures journalières du sol à 25 cm de profondeur suit assez bien la courbe des températures maximums de l'atmosphère.

Mars 1948 est en première position de précocité avec une température moyenne journalière de 11°23 et une somme des hauteurs de pluie de 26,8 mm répartie sur 4 jours dont 26 mm sur 48 heures : c'est donc un mois se caractérisant par sa sécheresse. Par contre mars 1947, qui arrive en dernière position, présente une température moyenne journalière de 8°41, plus élevée que celles de mars 1949 et 1946, (7°32 et 7°29), mais sa pluviosité est élevée : 116,2 mm répartis sur 26 jours. De ce fait, le nombre d'heures d'insolation diminuant, le sol se réchauffe plus difficilement, chaque chute importante de pluie provoquant une chute de la température du sol à 25 cm de profondeur ainsi qu'il ressort de l'examen des graphiques.

Les stades-repères de floraison, F ouverture des premières fleurs, F_2 pleine floraison, H défloraison totale indiquent que la totalité de ces variétés sont de floraison précoce puisque celle-ci se situe en avril.

En considérant le stade-repère B moyen de débourrement et le stade-repère F moyen de floraison, de ces 33 variétés, nous pouvons établir le tableau suivant :

TABLEAU III

Années	Stade B au stade F	Nombre de jours	Somme des températures moyennes journalières
1946	20 mars-12 avril	23	272°
1947	4 avril-20 avril	16	275°,4
1948	10 mars-1er avril	22	252°,8
1949	18 mars-13 avril	26	268°,5

En se basant sur ces données il n'est pas possible d'indiquer exactement la somme de température nécessaire pour passer du stade-repère B au stade-repère F, mais on peut dire que pour ces 4 années d'observation, cette valeur oscille entre 252° et 275°.

La température agit également sur la durée de la floraison, c'est-à-dire sur le passage du stade-repère F au stade-repère H : c'est ainsi qu'en avril 1947 et en avril 1949, les pointes élevées de température en période sèche ont réduit la durée du stade évolutif de la fleur par rapport aux années 1946 et 1948.

En résumé, les fluctuations observées sur la phénologie de ces variétés dépendent étroitement de la température, du nombre d'heures d'insolation et des chutes de pluie : c'est finalement le réchauffement du sol sous la dépendance étroite de ces trois facteurs qui joue le rôle principal.

Nous rejoignons, dans l'ensemble, les conclusions données par SCHAER (2 *bis*) sur 10 années d'observation pratiquées sur 4 variétés de pommes de table.

III. — QUALITÉ GERMINATIVE DU POLLEN

Au cours des floraisons de 1945 et de 1946, nous avons procédé à la détermination de la qualité germinative du pollen de ces 33 variétés.

Le milieu artificiel utilisé est constitué par un solution de saccharose pur à 10 % dans l'eau distillée, de pH 6,1. Nous avons suivi la technique indiquée par KOBEL (3) dite méthode de la goutte pendante, que nous avions déjà utilisée lors d'un précédent travail (4).

Les déterminations ont été effectuées pour chaque variété, sur un mélange de grains de pollen provenant d'une vingtaine de fleurs car, suivant KOBEL, il n'est pas démontré que toutes les fleurs d'un arbre ni que toutes les étamines d'une fleur possèdent la même faculté germinative.

Les comptages des grains germés sont effectués 24 heures après leur introduction dans la solution sucrée, la germination se développant à température comprise entre 14°5 et 17°5. Tout grain dont le tube pollinique présente, au minimum, une longueur égale au diamètre du grain dont il provient, est considéré comme germé.

Les comptages opérés au microscope portent sur 150 à 200 grains de pollen par préparation, répartis en 4 champs, soit 8 à 12 champs par variété.

Certaines déterminations de 1945 ont été contrôlées en 1946.

Les résultats obtenus pour les 33 variétés sont consignés dans le tableau suivant.

TABLEAU IV

Variétés	Pourcentage de germination du pollen 1945-1946	Variétés	Pourcentage de germination du pollen 1945-1946
Baldwin	16	*Northern Spy*	94
Cortland	74	*Orleans*	78
Duchesse double-rouge	59	*Paragon*	25
Early Mc Intosh	82	*Rhode Island Greening*	12
Fameuse	43	*Rome Beauty*	43
Gravenstein triple-rouge	6	*Senator*	60
Grimes Golden	70	*Staymann Winesap*	8
Jeffries	33	*Sum Champion*	83
Jonathan	78	*Sweet Delicious*	76
Kendall	22	*Sweet Mc Intosh*	61
King David	62	*Wealthy*	62
Lodi	91	*Willow Twig*	96
Mc Intosh rouge	67	*Winesap de Virginie*	39
Matoun	37	*Winter Banana*	90
Maïden Blush	83	*Yellow Transparent*	56
Medina	55	*York*	70
Mildose	75		

Sur les 33 variétés étudiées, 11 possèdent un pollen de qualité germinative médiocre, puisque le pourcentage de germination est inférieur à 50.

Parmi celles-ci, 6 se caractérisent par du pollen à faible pouvoir germinatif, ce qui permet de penser que ces variétés sont triploïdes ; ce sont : *Baldwin, Gravenstein, Rhode Island Greening, Staymann Winesap,* dont la triploïdie a été signalée par J. R. MAGNESS (5) et les variétés *Kendall* et *Paragon.*

Par contre, certaines variétés se distinguent par la haute valeur germinative de leur pollen : *Early Mc Intosh, Maïden Blush, Sum Champion, Winter Banana, Northern Spy* et *Willow Twig.*

Bien que quelques variétés de pommiers soient capables d'assurer par auto-fécondation une fructification d'une certaine importance, aucune n'est suffisamment auto-fertile pour fournir une bonne production commerciale, sans le secours de la fécondation croisée.

Pour assurer une bonne fécondation croisée, il ne suffira pas de planter deux variétés, car l'une d'entre elles peut être triploïde et d'aucun secours pour la seconde. L'adjonction d'une troisième est donc nécessaire ; il faudra encore tenir compte de la concordance des époques de floraison de ces variétés et que chez certaines variétés, le pollen, de très bonne qualité germinative, n'est produit qu'en faible quantité par les anthères.

De plus, en choisissant une variété à bon pollen pour en féconder d'autres, on doit s'assurer que cette variété pollinisatrice n'est pas sujette à l'alternance totale en marquant son année de repos par une absence complète de fleurs, car elle entraînerait fatalement les autres dans l'infertilité. Enfin, il faut tenir compte des cas d'incompatibilité qui peuvent se présenter.

Pour obtenir une bonne production commerciale, il suffit, chez le pommier, qu'une fleur sur 20 soit fécondée.

En se reportant aux relevés phénologiques concernant ce verger, il est facile de se rendre compte que l'époque de floraison de ces 33 variétés est sensiblement la même : par conséquent, la fécondation croisée sera toujours assurée lors de la création d'un verger constitué simplement de quelques-unes de ces variétés, compte tenu de la triploïdie de certaines.

IV. — ALTERNANCE

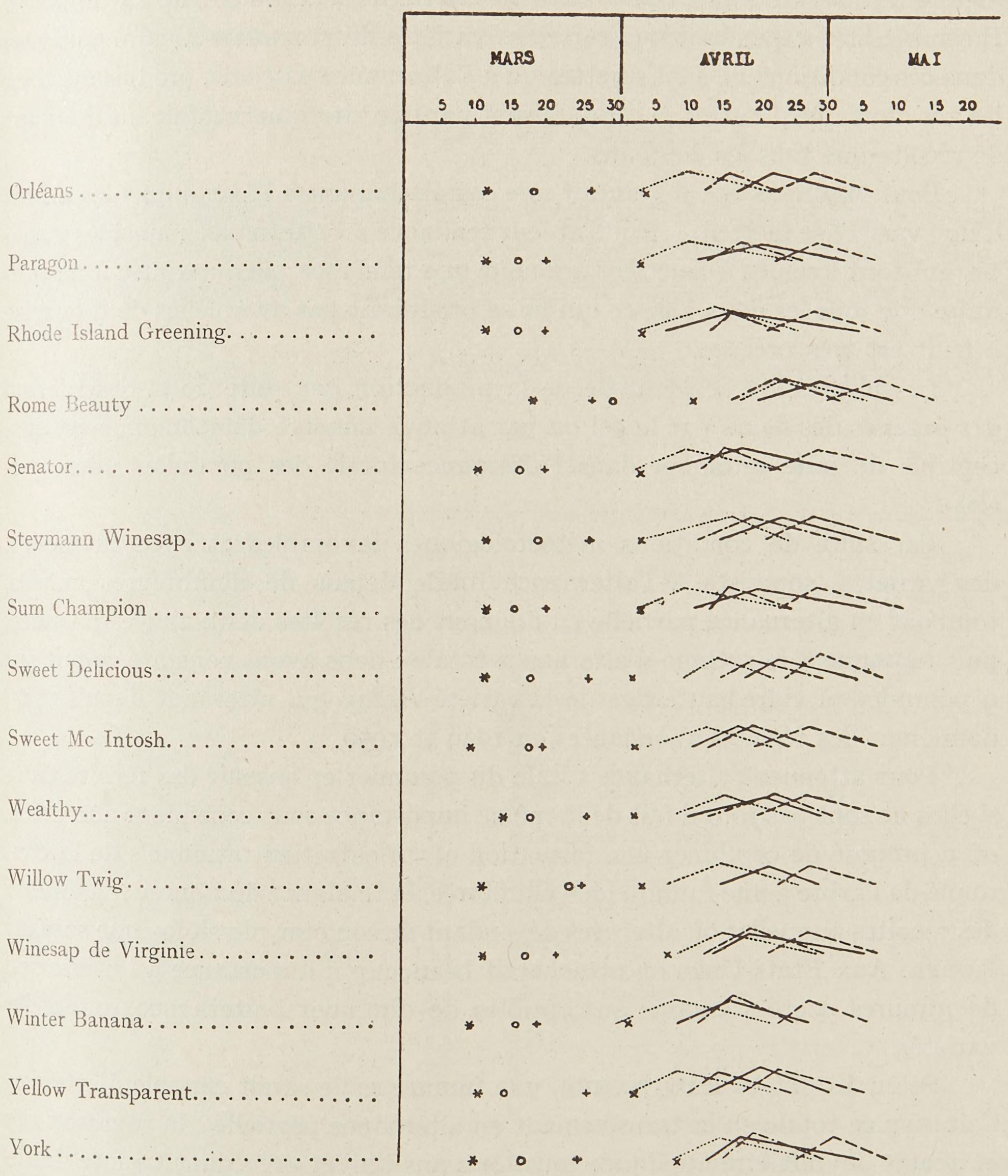
Le pommier, comme tous les arbres fruitiers, est soumis au cycle de l'alternance. Celle-ci peut être totale ou partielle. Dans le premier cas, le pommier ne produit qu'une année sur deux, l'année d'infertilité se caractérisant par l'absence totale de fleurs. L'alternance partielle fait partie du même cycle, mais beaucoup plus atténué : une année de forte récolte est suivie d'une année de production moins abondante, mais encore fort honorable, la floraison s'effectuant régulièrement tous les ans.

Nos observations ont permis le classement de ces 33 variétés suivant leur alternance totale ou partielle.

TABLEAU V

Variétés à alternance totale (production tous les 2 ans)	Variétés à alternance partielle (production tous les ans)
Baldwin	*Cortland*
Early Mc Intosh	*Duchesse Double Rouge*
Fameuse	*Jonathan*
Gravenstein	*Maïden Blush*
Grimes Golden	*Medina*
Jefferies	*Mildose*
Kendall	*Paragon*
King David	*Rhode Island Greening*
Lodi	*Rome Beauty*
Mc Intosh Rouge	*Staymann Winesap*
Macoun	*Winesap de Virginie*
Orleans	*Winter Banana*
Senator	*York*
Sum Champion	
Sweet Delicious	
Sweet Mc Intosh	
Wealthy	
Willow Twig	
Yellow Transparente	

TABLEAU I



Légende

1946 { + Stade repère B
Stades repères. F F² H

1947 { × Stade repère B
Stades repères. F F² F

1948 { * Stade repère B
Stades repères. F F² H

1949 { ○ Stade repère B
Stades repères. F F² H

D'après RAWITSCHER (6) plus un arbre pousse librement à l'état naturel, plus son alternance est totale. Le pommier haute-tige ne subissant pas de taille régulière et sévère serait une preuve très nette du phénomène de l'alternance. Il semble bien cependant que certaines variétés de pommiers à cidre cultivées dans ces conditions ne sont sujettes qu'à l'alternance partielle, produisant tous les ans alors que d'autres se caractérisent par une alternance totale, ne donnant de récolte que tous les deux ans.

Pour MAGNESS (5), il y aurait une corrélation entre l'âge auquel les arbres d'une variété se mettent à fruits et leur tendance à l'alternance : ainsi les variétés qui sont longues à fructifier auraient une tendance plus marquée à ne produire que tous les deux ans, ce qui ne se produirait pas avec celles dont la mise à fruit est très précoce.

La suppression accidentelle de la production par suite de la destruction des organes des fleurs par le gel ou par attaque massive d'anthonome est susceptible de faire retomber dans l'alternance totale des pommiers ainsi touchés.

Par suite de conditions météorologiques favorables et exceptionnelles, des variétés, soumises à l'alternance totale depuis de nombreuses années, tombent en alternance partielle en donnant des récoltes deux années de suite, puis reprennent le rythme d'alternance totale : nous avons constaté ce fait sur 9 pommiers à cidre haute-tige de la variété *Bedan* qui, alternant depuis 1944, donnèrent des récoltes abondantes en 1949 et 1950.

Pour atténuer l'alternance totale du pommier et obtenir des récoltes qui, si elles ne sont pas tout à fait de la même importance sont cependant annuelles, on a proposé de combiner une formation et un entretien rationnels de la couronne de l'arbre à une fumure bien équilibrée, la tendance du pommier à donner des récoltes annuelles ou alternées dépendant de son état physiologique suivant KOBEL. Aux Etats-Unis, on attacherait beaucoup d'importance à l'utilisation de fumures azotées comme susceptibles de diminuer l'alternance totale des variétés.

Selon KOBEL et RAWITSCHER, une fumure seule serait capable d'atténuer l'alternance totale en la transformant en alternance partielle : la fumure forte et azotée devrait être appliquée tous les 2 ans l'hiver précédant l'année de récolte, une forte fumure appliquée annuellement et régulièrement à une variété à alternance totale ne ferait que renforcer ce rythme, suivant ces auteurs. SZAKÄTSY (7) s'élève contre cette conception et se basant sur 7 années d'expérimentation effectuée sur plusieurs vergers de pommiers de table, affirme que l'alternance totale ne dépendrait pas de la nature du pommier et que dans 90 % des cas, elle serait attribuable à une taille incorrecte ou à une fumure défectueuse. Le pommier devrait donc être fumé annuellement, individuellement, compte tenu de son état de prospérité et de la récolte qu'on en attend.

La question de l'alternance du pommier prête donc encore sujet à controverse tant sur le plan scientifique que sur le plan pratique. Si par des techniques

sûres, on peut transformer l'alternance totale en alternance partielle, un grand service sera rendu aux pomiculteurs qui, du point de vue commercial, préfèrent disposer chaque année de récoltes moyennes et éviter des récoltes pléthoriques difficilement écoulables, suivies de récoltes pratiquement nulles.

V. — TENEUR EN VITAMINE C

En 1946, dans un mémoire sur la Vitamine C dans la pomme et les produits dérivés de la pomme (8), nous avons donné les teneurs en acide ascorbique total (acide ascorbique + acide déhydroascorbique) de 27 de ces variétés américaines.

Nous donnons à nouveau ce tableau, complété par les quelques variétés manquantes.

TABLEAU VI

Variétés	Acide ascorbique en mg p. 100	Variétés	Acide ascorbique en mg p. 100
Baldwin	10,1	*Northern Spy*	—
Cortland	7,5	*Orleans*	8,0
Duchesse Double Rouge	20,3	*Paragon*	15,8
Early Mc Intosh	7,9	*Rhode Island Greening*	7,9
Fameuse	5,6	*Rome Beauty*	7,8
Gravenstein triple rouge	12,0	*Senator*	6,3
Grimes Golden	4,8	*Staymann Winesap*	8,2
Jeffries	5,9	*Sum Champion*	3,4
Jonathan	10,8	*Sweet Delicious*	6,8
Kendall	4,7	*Sweet Mc Intosh*	21,6
King David	17,4	*Wealthy*	4,4
Lodi	13,2	*Willow Twig*	49,1
Mc Intosh Rouge	6,7	*Winesap de Virginie*	8,7
Macoun	4,0	*Winter Banana*	10,8
Maïden Blush	5,3	*Yellow Transparent*	15,7
Medina	5,3	*York*	8
Mildose	11,9		
		Moyenne générale	10,5

Pour effectuer ces dosages, nous avons utilisé la méthode de titrage au 2-6 dichlorophénol-indophénol donnée par TILLMANS (9), modifiée par EMMERIE et van EEKELEN (10) et adaptée aux analyses rapides et en série par von FELLENBERG (11). Le principe de la méthode est le suivant : broyage de la matière à analyser en présence d'acide trichloracétique, défécation à l'acétate mercurique, réduction de l'acide déhydroascorbique par H_2S et titrage après élimination par CO_2, au dichlorophénol-indophénol.

HARRIS et OLLIVER (12) ont nié la présence d'acide déhydroascorbique en quantités appréciables, dans les produits naturels : pour ces auteurs, la présence d'acide déhydroascorbique devrait être attribuée au manque de protection contre l'oxydation pendant l'analyse. GERO (13) par contre écrit que

« outre l'acide ascorbique proprement dit et qui constitue la forme réduite, quelques produits peuvent contenir une certaine quantité de la forme oxydée réversible ou acide déhydroascorbique, doué d'un pouvoir antiscorbutique sensiblement identique ».

CRANE et ZILVA (14) estiment que la réduction par H_2S ou tout autre réactif est nécessaire dans le dosage de l'acide ascorbique dans les tomates, ces fruits non mûrs contenant des quantités importantes d'acide déhydroascorbique.

Pour notre part, nous avons toujours trouvé que dans les pommes saines, la vitamine C était présente sous forme d'acide ascorbique et d'acide déhydroascorbique. Dans les fruits atteints de blettissement, seul l'acide déhydroascorbique est encore décelable, le blettissement étant une cause importante de déperdition de la vitamine C dans ce fruit.

La seule méthode vraiment spécifique de détermination de l'acide ascorbique est le test biologique, mais ce procédé laborieux, exigeant beaucoup de temps a été remplacé par des méthodes chimiques, d'exécution plus rapide et conduisant à des résultats convenables.

D'après CRANE et ZILVA (14), la titration au dichlorophénol-indophénol des extraits à l'acide trichloracétique traités par H_2S, la méthode de ROE et KUETHER (15) modifiée par PENNEY et ZILVA en 1945, la méthode de LUGG (16) modifiée par SNOW et ZILVA en 1944, donneraient pour les tomates, des résultats très comparables à 10 % près.

De notre côté, nous avons comparé la méthode de von FELLENBERG (11) que nous avons utilisée pour ce travail, avec la méthode à chaud de PEYNAUD (17) : l'attaque de la pulpe s'effectue par l'acide oxalique N/10 pendant une heure au bain-marie. La réduction de l'acide déhydroascorbique s'effectue à la cystéine qui est bloquée ensuite par le formol ; l'acide ascorbique total est titré ensuite par le dichlorophénol. Le chauffage en solution acide n'a pas libéré d'acide ascorbique dans la pomme et les deux méthodes nous ont donné des chiffres comparables à 10 % près environ.

Bien que cultivées en Bretagne, ces variétés américaines nous ont donné des teneurs en acide ascorbique très voisines de celles indiquées par SMOCK et NEUBERT (18) pour les mêmes variétés récoltées dans les états de New-York, de Washington et de West Virginia. La teneur maxima en acide ascorbique total a été donnée par *Willow Twig* (49,1 mg) pomme verdâtre qui, de qualité bien inférieure à notre *Calville Blanc* (58, 9 mg) en est très voisine par sa teneur en vitamine C. Par contre, *Sum Champion* en est très peu pourvue (3,4 mg).

VI. — COMPOSITION CHIMIQUE

Le brassage de ces 33 variétés de pommes américaines a été entrepris séparément et dès la sortie du pressoir, chaque moût de pommes a été soumis immédiatement à l'analyse.

Nous indiquerons brièvement les méthodes analytiques utilisées :

Densité à 15°C : Méthode classique par le densimètre de précision.

Extrait sec total : Méthode par évaporation de 10 cc de moût sur spirale de papier pendant 6 heures dans l'étuve à vide à 70° (19).

Extrait sec réduit : Calculé en retranchant le poids des sucres diminué de 1 g de l'extrait sec total.

Degré réfractométrique à 20°C : Mesure au réfractomètre O. P. L.

Sucres : Méthode polarimétrique classique et méthode chimique de G. BERTRAND, après défécation au sous-acétate de plomb (20).

Acidité de titration : Méthode à chaud ,par dilution aqueuse et titration avec NaOH N/10 en présence de l'indicateur de L. F. BURROUGHS (21).

pH à 18°C : Mesure à l'électrode à quinhydrone.

Acides malique, citrique, lactique : Dosages par oxydation permanganique (22).

Acide succinique : Dosage par argentimétrie (22).

Alcalinité des cendres : Reprise des cendres par SO_4H_2 N/10 en excès et titrage en retour par NaOH N/10 en présence de rouge de méthyle (22).

Les résultats analytiques des 33 variétés sont consignés dans le tableau suivant.

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ANALYTIQUES

a) Richesse Saccharine

La densité des moûts issus de ces variétés est généralement élevée, puisque seule une variété donne un moût de densité inférieure à 1 050 et que 17 variétés sur 33 dépassent 1 070.

Ces densités se répartissent de la façon suivante :

1 variété de densité 1 050 : *Wealthy*.

7 variétés de densité 1 050-1 060 : *Lodi, Red Mc Intosh, Sweet Mc Intosh, Maïden Blush, Mildose, Northern Spy, Yellow Transparent.*

8 variétés de densité 1 060-1070 : *Cortland, Delicious, Duchesse Double-Rouge, Fameuse, Kendall, Macoun, Winter Banana, Willow Twig.*

1 variétés de densité 1 070-1 080 : *Baldwin, King David, Gravenstein Grimes Golden, Jonathan, Early Mc Intosh, Rhode Island Greening, Rome Beauty, Senator, Sum Champion, York.*

6 variétés de densité 1 080 : *Jefferies, Medina, Orleans, Paragon, Staymann Winesap, Winesap de Virginie.*

Les variétés *Paragon* et *Staymann Winesap* présentent la richesse saccharine la plus élevée : 194 g de sucre par litre de moût, tandis que *Lodi* se classe au dernier rang avec seulement 109,5 g de sucres.

Les sucres totaux de ces 33 variétés sont constitués par les 3 glucides :

lévulose, glucose, et saccharose, avec prédominance normale du lévulose, ce qui explique la déviation polarimétrique toujours lévogyre des moûts de pommes. Le rapport Lévulose/Sucres totaux varie de 0,48 à 0,78 du fait des teneurs variables en glucose et en saccharose. Le rapport Saccharose/Sucres totaux oscille entre 0,05 et 0,40, la variété *Grimes Golden* étant la plus riche en saccharose : 61,4 g par litre et *Macoun*, la plus pauvre avec 6,6 g.

Le rapport Glucose/Lévulose est compris entre 0,14 et 0,54 ; notons que les 3 variétés, *Staymann Winesap*, *Paragon* et *Winesap de Virginie*, présentent des rapports Glucose/Lévulose de 0,51-0,52-0,54, donc légèrement supérieurs au maximum 0,5 indiqué par WARCOLLIER (23) pour les moûts de pommes à cidre.

23 variétés sont plus riches en glucose qu'en saccharose, mais les 10 autres renferment plus de saccharose que de glucose.

Au point de vue organoleptique, il est à signaler que, à teneur égale en sucres totaux, les variétés les plus riches en saccharose, paraîtront les plus sucrées à la dégustation, le pouvoir sucrant de ce glucide étant plus élevé que celui du glucose ou du lévulose.

b) Acidité et pH

Il existe toujours un certain rapport entre l'acidité de titration et le pH d'un moût de pommes, mais aucune concordance absolue ne peut être établie entre ces deux facteurs.

Ces variétés américaines doivent être considérées comme des pommes acidulées, seules deux variétés *Lodi* et *Early Mc Intosh* sont franchement aigres, leur acidité de titration, exprimée en acide sulfurique étant respectivement de 6,07 g et de 7,94 g par litre de moût. Par contre, *Sweet Mc Intosh* est extrêmement douce, son acidité de titration n'atteignant que 0,64 g par litre. L'acidité moyenne de ces 33 variétés ne dépasse pas 3,34 g par litre, exprimée en acide sulfurique.

Le pH de ces 33 moûts de pommes se situe entre 3,27 (*Willow Twig*) et 4,43 (*Sweet Mc Intosh*), la majorité des moûts présentant un pH inférieur à 4.

L'étude détaillée de l'acidité organique des moûts confirme nos travaux précédents sur la nature et la concentration réciproque des divers acides organiques dans la pomme (22). Dans ces différents moûts de pommes, l'acide malique prédomine toujours : il constitue donc les 90 à 98 % de l'acidité organique de la pomme.

Dans les pommes, il n'existe pas de rapport constant entre leur teneur en acide malique et en acide citrique ; ce sont même les pommes douces, ce qui à première vue paraît paradoxal, qui peuvent renfermer le plus d'acide citrique par rapport à l'acide malique : ainsi avec *Jonathan*, la concentration en acide citrique est le 1/10 de celle de l'acide malique pour une acidité de titration de 69 milliéquivalents, tandis que la pomme aigre *Early Mc Intosh*, dont l'acidité

de titration est de 162 milliéquivalents, renferme une teneur en acide citrique ne dépassant pas 2,3 % de celle en acide malique.

Tous ces moûts de pommes ne renferment que des quantités très faibles d'acide lactique et d'acide succinique, 1 % environ, par conséquent d'une importance pratiquement négligeable.

c) Extrait sec réduit

Obtenu en retranchant de l'extrait sec total en g par litre, les sucres exprimés en g par litre moins 1 g, l'extrait sec réduit de ces différents moûts varie de 15,8 g avec *Mildose* à 39,1 g pour *Jefferies*. Sur 33 variétés, 29 moûts possèdent un extrait sec réduit supérieur à 20 g par litre.

d) Degré réfractométrique

Déterminé à 20°C avec le réfractomètre O. P. L., le degré réfractométrique donne avec la table de conversion réfractométrique établie pour le jus de raisin, une densité dont la concordance est pratiquement suffisante avec la densité déterminée au densimètre de précision.

Le degré réfractométrique donne directement la teneur en extrait sec total exprimé en g pour 100 g de moût : ce chiffre est toujours légèrement supérieur de 0,2 à 0,3 % au chiffre d'extrait sec total déterminé par dosage direct à l'étuve à vide à 70°C.

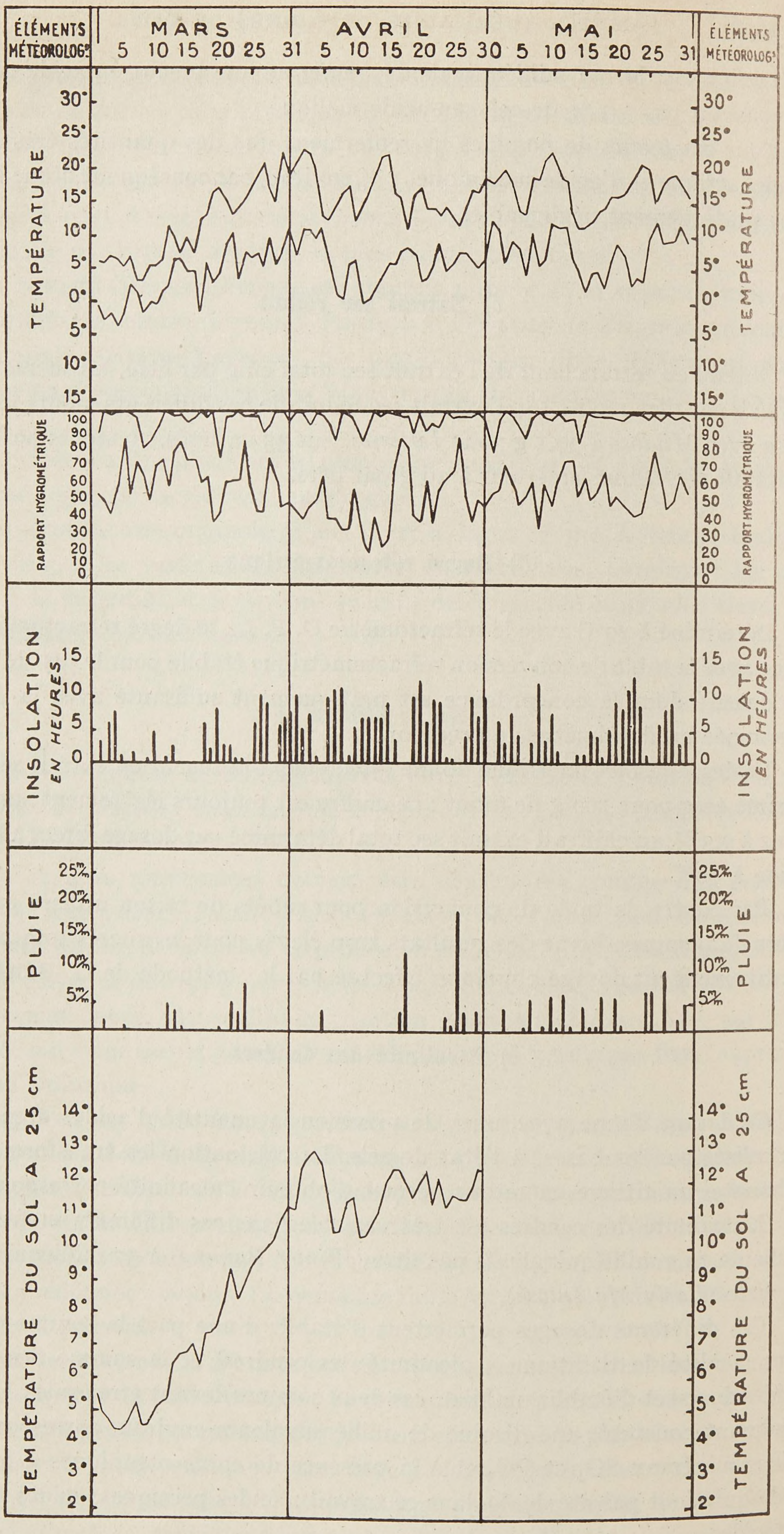
Par contre, la table de conversion pour moûts de raison utilisée pour les moûts de pommes donne des résultats trop élevés pour les sucres totaux comparativement au dosage chimique effectué par la méthode de G. BERTRAND.

e) Alcalinité des cendres

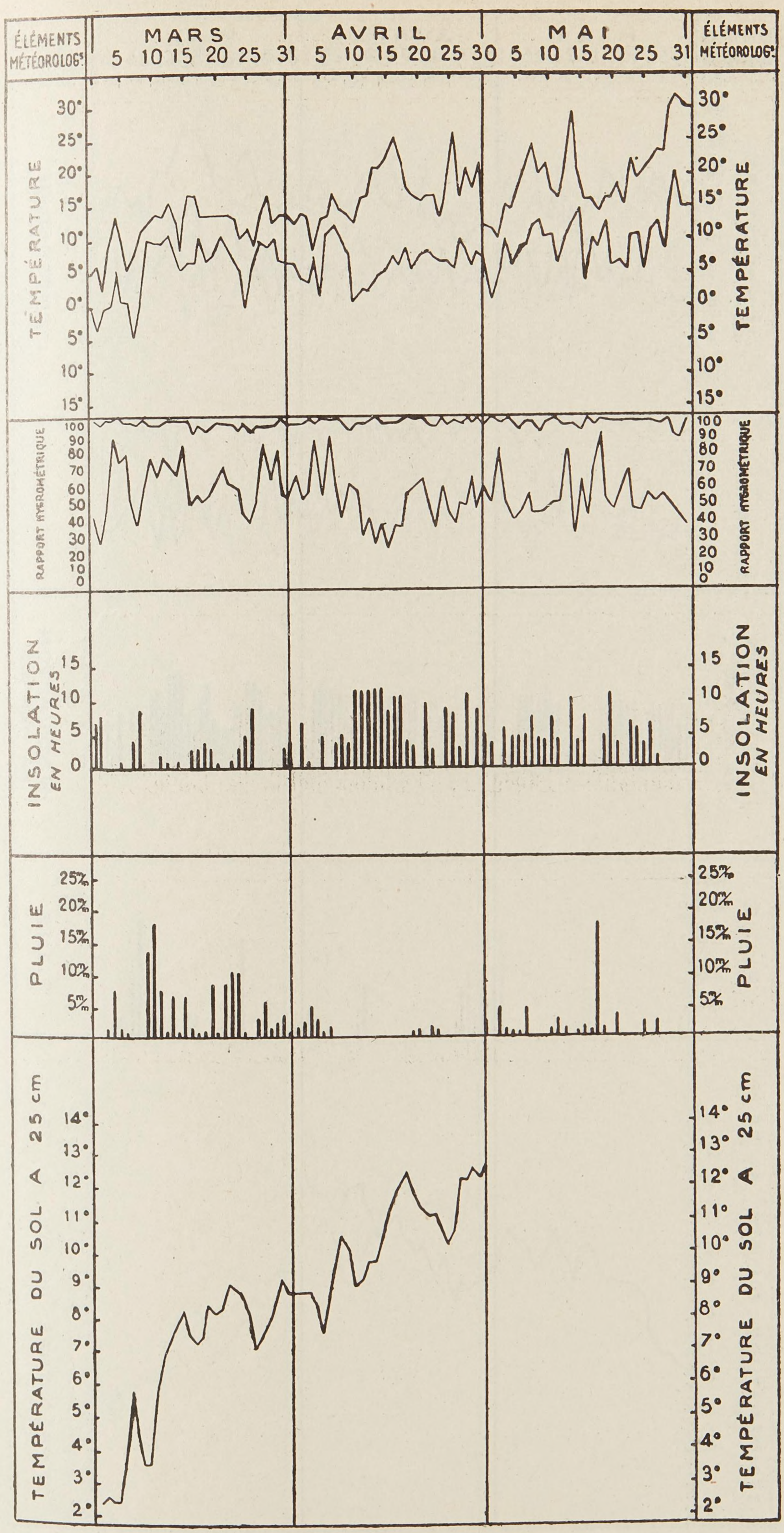
Ce dosage donne avec assez de précision la quantité d'acides organiques neutralisés par les bases, à l'état de sels. La calcination les transformant en carbonate, un titrage en retour permet d'obtenir l'alcalinité correspondante.

L'alcalinité des cendres est très variable dans ces différents moûts : elle oscille de 19,5 milliéquivalents par litre (*Winter Banana*) à 57 milliéquivalents par litre (*Early Mc Intosh*).

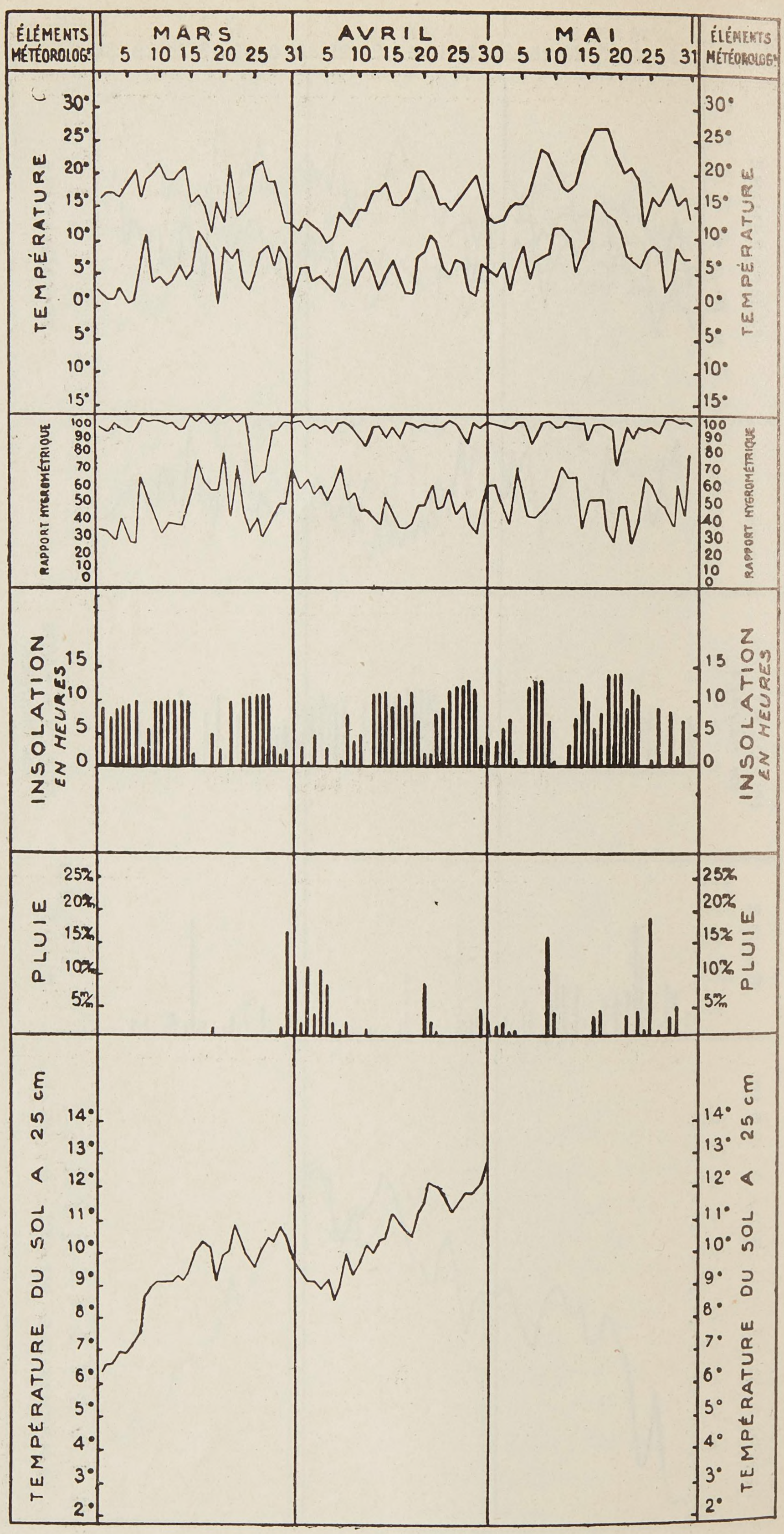
Ces différents dosages permettent d'établir d'une part la somme des cations (acidité de titration + alcalinité des cendres) et la somme des anions (acides dosés) et d'établir un bilan, ces deux sommes devant être égales. Le léger manquant constaté, une dizaine de milliéquivalents environ, correspond aux anions minéraux SO_4 et PO_4 et à la présence de corps organiques à fonction acide qui n'ont pas été dosés dans ce travail : acides pectiques, acides aminés, tannoïdes.


ÉLÉMENTS MÉTÉOROLOG.
MARS
AVRIL
MAI
5 10 15 20 25 31 5 10 15 20 25 30 5 10 15 20 25 31
TEMPÉRATURE
RAPPORT HYGROMÉTRIQUE
INSOLATION EN HEURES
PLUIE
TEMPÉRATURE DU SOL A 25 cm

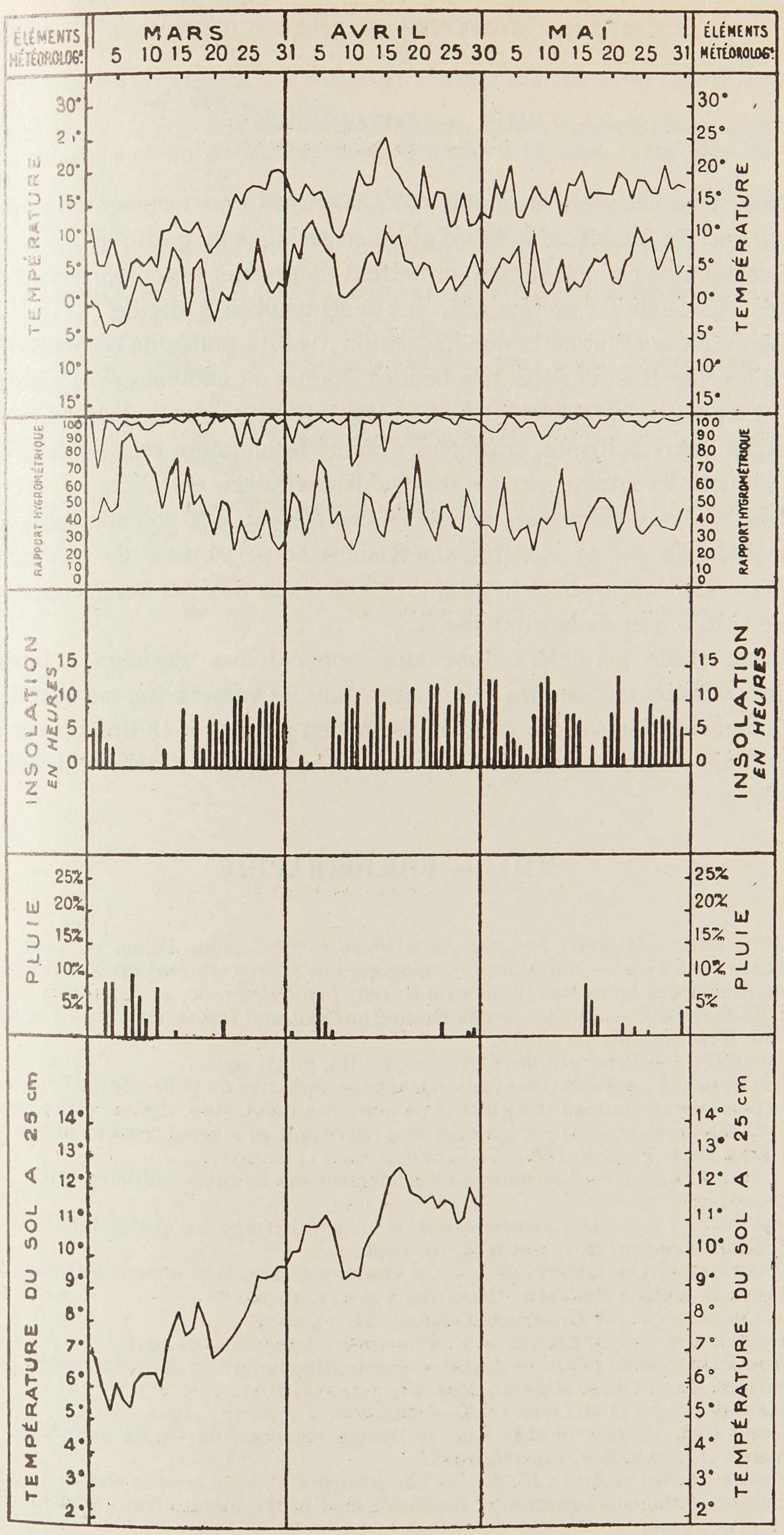
RENNES 1946


ÉLÉMENTS MÉTÉOROLOGS
MARS
AVRIL
MAI
5 10 15 20 25 31 5 10 15 20 25 30 5 10 15 20 25 31
TEMPÉRATURE
RAPPORT HYGROMÉTRIQUE
INSOLATION EN HEURES
PLUIE
TEMPÉRATURE DU SOL A 25 cm

RENNES 1947


ÉLÉMENTS MÉTÉOROLOGQS
MARS
AVRIL
MAI
5 10 15 20 25 31 5 10 15 20 25 30 5 10 15 20 25 31
TEMPÉRATURE
30° 25° 20° 15° 10° 5° 0° 5° 10° 15°
RAPPORT HYGROMÉTRIQUE
100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0
INSOLATION EN HEURES
15 10 5 0
PLUIE
25% 20% 15% 10% 5%
TEMPÉRATURE DU SOL A 25 cm
14° 13° 12° 11° 10° 9° 8° 7° 6° 5° 4° 3° 2°

RENNES 1948


ÉLÉMENTS MÉTÉOROLOG.
MARS
AVRIL
MAI
5 10 15 20 25 31 5 10 15 20 25 30 5 10 15 20 25 31
TEMPÉRATURE
RAPPORT HYGROMÉTRIQUE
INSOLATION EN HEURES
PLUIE
TEMPÉRATURE DU SOL A 25 cm

RENNES 1949

VIII. — CONCLUSIONS

Nous pensons avoir rassemblé dans ce travail une documentation présentant un certain intérêt, à la fois d'ordre scientifique et pratique.

Les données phénologiques permettent de préciser le comportement de ces variétés sous le climat breton, différent de leur milieu d'origine.

La détermination de la qualité germinative du pollen de ces variétés permet de les classer en variétés très bonnes, bonnes ou mauvaises pollinisatrices : ainsi en tenant compte de ces données caryologiques, pour le choix des variétés, les pomiculteurs pourront assurer une bonne fécondation croisée et par suite une production rentable aux vergers qu'ils envisagent de créer.

Les analyses chimiques détaillées complètent nos connaissances sur la composition de ces 33 variétés américaines et permettent de préciser leurs qualités organoleptiques et hygiéniques, grâce aux dosages des sucres, de l'acidité de titration et de la vitamine C.

Cette étude permettra donc aux pomiculteurs désireux d'introduire quelques variétés de pommes américaines dans les vergers bretons de compléter leur documentation sur ces variétés encore peu propagées en Bretagne et d'éviter ainsi des erreurs regrettables dans le choix toujours si délicat, des variétés à cultiver.

VIII. — BIBLIOGRAPHIE

(1) FAURE (M.). — *Congrès Pomologique de France*, 77e Session, Dijon, 15, 1946.
(2) FLECKINGER (J.). — Notations phénologiques et représentations graphiques du développement des bourgeons floraux du poirier. *Fruit Belge*, 66, 41, 54, 1946.
(2 *bis*) SCHAER (E.). — Einfluss der Witterung auf Zeit und Dauer der Apfelblüte. *Schweiz. Obst Weinbau*, 16, 311, 1946.
(3) KOBEL (F.). — Lehrbuch des Obstbaus, Berlin, p. 97, 1931.
(4) TAVERNIER (J.) et COUTAUD (J.). — Qualité germinative du pollen de quelques variétés de pommiers à couteau et à cidre et de poiriers à poiré. *Ann. Agron.* 3, 365-378, 1945.
(5) MAGNESS (J. R.). — Apple varieties and important producing sections of the United States. *Farmer's Bull. 1883, U. S. Dep. Agric.*, 11 p., 1941.
(6) RAWITSCHER (G.). — Les sources de rendement des cultures fruitières, Paris, Dunod, 37, 1945.
(7) SZAKÄTSY (J.). — Die Sicherstellung ständiger Erträge bei Apfelbäumen. *Schweiz. Z. Obst. Weinbau*, nº 1, 5 et nº 2, 19, 1948.
(8) TAVERNIER (J.) et JACQUIN (P.). — La vitamine C dans la pomme et les produits dérivés de la pomme *Bull. Ass. Chimistes*, 3-4, 111, 1946.
(9) TILLMANS. — *Z. für Untersuch. Lebensm.* **54**, 33, 1927.
(10) EMMERIE et van EEKELEN. — *Z. Vitaminforschung*, 6, 150, 1937.
(11) Von FELLENBERG (Th.). — Ascorbinsäurebestimmungen in Schweizerischen Lebensmitteln. *Trav. Chim. Aliment. Hyg.* **37**, 3-4, 135, 1941.
(12) HARRIS (L. J.) et OLLIVER (M.). — *Biochem. J.*, 36, 155, 1942.
(13) GERO (E.). Progrès récents dans le dosage chimique de l'acide ascorbique. *Ann. Nutrit. Aliment.*, **2**, 2, 159-178, 1948.
(14) CRANE (M. B.) et ZILVA (S. S.). — The influence of some genetic and enviromenntal factors on the concentration of l-ascorbic acid in the tomato fruit. *J. Hort. Sci.* **25**, 1, 36-49, 1949.
(15) ROE (J. H.) et KUETHER (C. A.). — The determination of ascorbic acid in whole

blood and urine trough the 2-4 Dinitrophenylhydrazine derivate of dehydroascorbic acid. *J. biol. Chem.*, **147**, 399, 1943.

(16) LUGG (J. W. H.). — The use of formaldehyde an 2-6 dichlorophenolindophenol in the estimation of ascorbic acid an dehydroascorbic acid. *Aust. J. exp. Biol. med. Sci.*, 20, 273, 1942.

(17) PEYNAUD (E.). — L'acide ascorbique (Vitamine C) dans les pêches. *Rev. Hort.* **31**, 3, 69-73, 1948.

(18) SMOCK (R. M.) et NEUBERT (A. M.). — Apples, *Interscience publishers, Inc. New-York*, 124, 1950.

(19) TAVERNIER (J.) et JACQUIN (P.). — Le dosage de l'extrait sec dans les moûts de pommes et dans les cidres. *Indus. Agric. Alim.* 10-12, 379, 1947.

(20) TAVERNIER (J.) et JACQUIN (P.). — La défécation des moûts de pommes et des cidres pour le dosage chimique et polarimétrique des sucres. *Indus. Agric. Alim.*, 10-12, 305, 1948.

(21) BURROUGHS (L. F.). — The determination of the titrable acidity of apple juice and cider. *Ann. Rep. Agric. Hort. Res. Stat. Long Ashton, Bristol*, 127-132, 1946.

(22) JACQUIN (P.) et TAVERNIER (J.). — L'acidité organique des moûts de pommes et de poires. *Indus. Agric. Aliment.*, 11-12, 513, 1949.

(23) WARCOLLIER (G.). Les cidres resucrés par addition de saccharose ou de glucose. *Ann. Falsif. Fraud*, 12, 425, 1909.

MATURATION DU BLÉ ET CLIMAT [1]

PAR

H. GESLIN et **A. VERNET**

Station Centrale de Bioclimatologie
Versailles

École Coloniale d'Agriculture
de Tunis

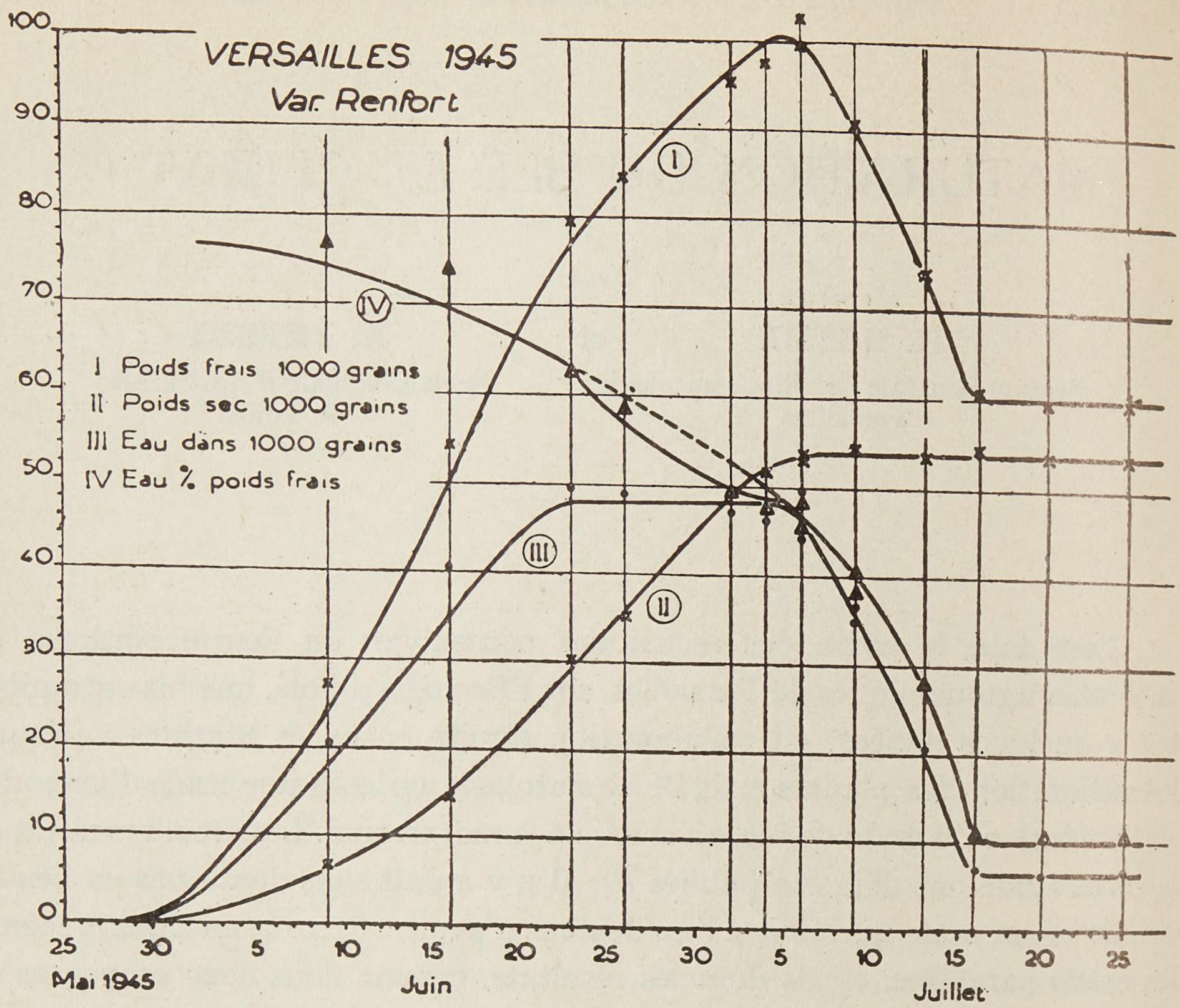
C'est dans le cadre des recherches poursuivies au Centre National de recherches agronomiques de Versailles, sur l'Ecologie du blé, que fut entreprise, il y a quelques années, en collaboration étroite entre les Stations Centrales d'Amélioration des plantes et de Bioclimatologie agricole, une étude d'ensemble sur l'évolution du grain de blé, au cours de la maturation. Les premiers résultats de cette étude ont déjà été publiés [2]. Il n'y aurait sans doute pas eu lieu de revenir ici sur cette question si l'un de nous n'avait entrepris, en Tunisie même, des essais parallèles, essais dont les résultats, comme nous nous proposons de le montrer dans la présente note, viennent pleinement confirmer ceux obtenus non seulement dans la région parisienne, mais aussi dans le midi de la France.

Nous rappellerons tout d'abord l'essentiel des résultats obtenus à Versailles, en examinant les courbes caractéristiques du développement du grain, au cours de la maturation. *Le graphique I* se rapporte aux essais effectués en 1945, sur la variété *Renfort*. Les courbes 1 et 2 sont relatives à la variation du poids de 1 000 grains, frais ou secs. Ce sont des courbes classiques. Le maximum de poids frais ou de poids sec est atteint simultanément quelques jours avant la maturité physiologique ; puis le poids sec se maintient constant, tandis que le poids frais diminue rapidement suivant une loi sensiblement linéaire (influence prépondérante de la température), jusqu'à un équilibre correspondant à l'humidité normale du grain au moment de la récolte. La courbe 3 se rapporte cette fois à la quantité d'eau, en valeur absolue, contenue à chaque instant, dans 1 000 grains. Elle met en évidence une phase singulière, que ne laissaient pas apparaître les courbes précédentes, caractérisée par le palier que l'on observe dans l'évolution même de la courbe. Le palier débute sensiblement au moment où la multiplication cellulaire proprement dite peut être considérée comme terminée (le grain a pris sa forme définitive, sinon son volume et son poids définitifs) ; il s'achève au début du stade pâteux, c'est-à-dire quelques jours avant la maturité physiologique.

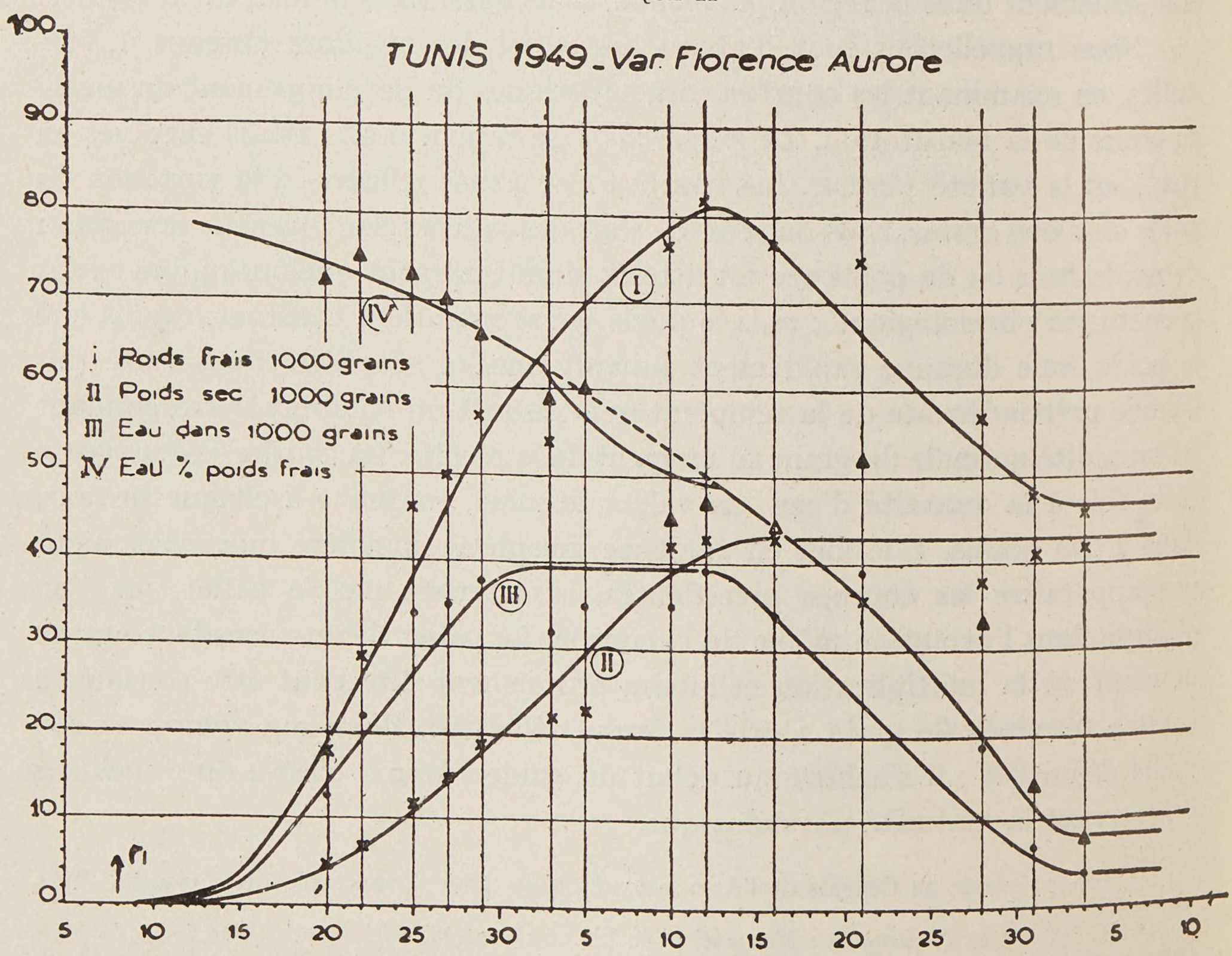
[1] Note présentée au Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, Tunis, mai 1951.

[2] H. Geslin et P. Jonard : Maturation du blé et climat. *C. R. Journées scientifiques du pain*, Paris, avril 1948, p. 111-121, Centre National de la Recherche Scientifique (C. N. R. S.), Paris, éditeur.

Graphique I



Graphique II



L'étude de nombreux semis effectués à Versailles au cours de ces dernières années et portant sur des variétés très différentes (var. d'hiver, alternatives ou de printemps), a toujours conduit au même résultat d'ensemble. Il en a été de même des quelques essais que M. GODARD a bien voulu effectuer à la Station de Bioclimatologie agricole de Montpellier, dont il est le directeur. On pouvait espérer qu'il en serait encore de même sous un climat comme celui de la Tunisie. C'est effectivement ce que montre *le graphique II*, relatif à la variété *Florence-Aurore*. Sans doute le groupement des points expérimentaux autour des courbes d'accord apparaît-il moins satisfaisant qu'on pourrait le souhaiter. Ceci tient vraisemblablement au mode opératoire lui-même, les prélèvements effectués ayant porté sur un nombre d'épis probablement insuffisant, plutôt qu'aux conditions climatiques elles-mêmes, aucune température excessive n'ayant notamment été observée au cours de la période intéressée. Quoi qu'il en soit d'ailleurs, l'expérience montre qu'à partir d'un ensemble de points expérimentaux tel que le précédent, il n'existe pratiquement qu'une seule famille de courbes 1, 2, 3 et 4, susceptible d'être ajustée d'une manière satisfaisante à un tel ensemble. Il est donc légitime de considérer comme parfaitement valables les courbes obtenues.

Les résultats précédents prennent une signification particulière si l'on essaie de préciser certaines des constantes physiques ou écologiques qui s'attachent à l'existence même du palier de la courbe de variation de l'eau et contribuent à le définir. C'est ce que souligne l'examen du tableau suivant.

Caractéristiques du palier

Variété et Année	Début du palier		Fin du palier		Durée en jours	Σ t° journ. correspondt	t° moy. correspondt	Σ t° journ. début flor. à début palier
	Date	H %	Date	H %				
Versailles								
1942 Super-hâtif	30/6	60,0	10/7	48,5	9,7	179°,4	18°,5	435°
Vilmorin 29.....	4/7	59,7	15/7	48,0	11,0	176°,3	16°,05	430°
Vilmorin 27.....	4/7	60,0	15/7	47,7	11,0	176°,3	16°,05	430°
1944 Vilmorin 27.....	30/6	61,8	11/7	48,0	10,8	184°,8	17°,10	420°
1945 Renfort	23/6	62,0	5/7	48,0	11,6	181°,8	15°,65	420°
1946 Hébrard	13/7	62,3	24/7	48,4	10,3	173°,0	16°,7	420°
1948 Dr Mazet	7/7	61,8	19/5	48,5	11,8	172°,0	14°,55	420°
Montpellier								
1946 Hébrard	3/6	61,7	11/6	48,4	8,4	175°,0	20°,7	420°
1947 Hébrard	8/6	62,1	16/6	47,5	8,6	173°,0	20°,1	415°
1948 Dr Mazet	13/6	62,0	21/6	48,5	8,0	175°,0	22°,0	428°
Tunis								
1949 Florence-Aurore..	2/5	62,0	13/5	49,0	10,3	180°,0	17°,8	413°

La date à laquelle débute ou se termine le palier est variable suivant les années, la date de semis, la variété et le lieu, ce qui est normal. Par contre, on

constate que l'humidité atteinte par le grain, exprimée en pour cent du poids frais et correspondant aux extrémités du palier, se maintient sensiblement constante, quels que soient la variété, l'année ou le lieu : 60 à 62 % dans le premier cas, 48 à 50 % dans le second. De même, si la durée complète du phénomène est variable (de l'ordre de 8 à 12 jours), par contre, la somme des valeurs moyennes journalières accumulées de la température, soit Σt, correspondant au palier, est pratiquement constante, de l'ordre de 170 à 180°. De même enfin, la somme des températures, comptée depuis la date de la floraison jusqu'à celle du début du palier, est elle-même sensiblement constante, de l'ordre de 420°.

Ainsi, la période singulière caractérisée par le palier de la courbe de variation de l'eau, au cours du développement du grain, apparaît comme présentant un caractère très général, spécifique de l'espèce. Elle répond à un certain nombre de normes physiques et climatiques parfaitement définies. Nos premiers essais avaient montré que ces normes apparaissaient comme relativement indépendantes de l'année et de la variété. Nous avions émis l'hypothèse, qu'au moins entre certaines limites, elles étaient de même indépendantes du lieu de culture. Les essais effectués en Tunisie apportent à cet égard une réponse positive et c'est le résultat que nous nous proposions de souligner plus spécialement. Il faut souhaiter que de tels essais puissent se continuer. Les résultats précédents sont en effet intimement liés à l'étude du problème de l'échaudage. Certains résultats sont déjà acquis (cf. mémoire cité en référence). Leur généralisation et leur efficience dépendent pour une large part de la réponse qui pourra être apportée par la poursuite d'essais systématiques, à l'échelle géographique et notamment dans des régions comme la Tunisie où le problème de l'échaudage revêt évidemment une acuité particulière.

QUELQUES ASPECTS DE LA RÉSISTANCE AU FROID CHEZ LES CÉRÉALES D'HIVER

PAR

R. DIEHL

Station d'Amélioration des Plantes
École Nationale d'Agriculture, Rennes.

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction et Historique. Buts poursuivis.

Matériel et Méthodes de Travail.

Première Partie. — **Données complémentaires sur les modalités de l'action du froid.**

Description des dégâts.
Effet direct.
Effet secondaire.
Modalités de la reprise.
Variation de la résistance.

Deuxième Partie. — **Caractères physiologiques et Résistance au froid.**

Variation du Δ cryoscopique d'une série de 8 variétés en fonction des conditions de température.
Étude du Rapport $\frac{\text{Matières sèches}}{\Delta \text{ cryoscopique}}$.
Résistance au froid et croissance.
Conclusions.

Troisième Partie. — **Caractères morphologiques et Résistance au froid.**

Généralités.
Dimension des cellules et densité des stomates.
Le système radiculaire dans ses rapports avec la résistance au froid.
Observations préliminaires.
Système radiculaire primaire.
Rapports entre système radiculaire et appareil foliacé.
Système radiculaire secondaire.
Conclusions.

Résumé et conclusions générales.

Bibliographie.

INTRODUCTION

En raison de son importance physiologique et de ses répercussions sur la pratique agricole, le problème de la résistance au froid des végétaux a suscité des travaux considérables. Dans une revue bibliographique récente, J. LEVITT (17) ne cite pas moins de 625 références sans avoir examiné, d'ailleurs, tous les aspects du problème.

Il n'est pas dans notre intention de résumer, au début de ce travail, l'ensemble des conclusions auxquelles sont arrivés les différents auteurs ayant abordé la question d'un point de vue assez général. Toutefois, il est bon de signaler les points sur lesquels s'accordent les résultats des travaux les plus importants.

La résistance au froid des végétaux est déterminée, le plus souvent, par un ensemble de propriétés physiologiques rappelées en particulier par R. COMBES (3) :

Faible teneur en eau des organes.

Accroissement de la teneur du milieu interne en substances dissoutes : sels minéraux, glucides et protides solubles, aboutissant à une augmentation de la pression osmotique.

Richesse en colloïdes ayant un grand pouvoir de rétention de l'eau (importance de l'eau liée).

Transformation éventuelle d'une certaine proportion des glucides en lipides.

On constate, d'autre part, que certaines de ces propriétés ne se développent pleinement que sous l'action de conditions particulières du milieu extérieur. En particulier, l'accroissement de la pression osmotique et la diminution de la teneur en eau sont nettement marqués lorsque le refroidissement est lent et progressif. C'est le phénomène d'*endurcissement* (hardening des Anglo-Saxons) dont la présence est absolument nécessaire à l'appréciation exacte de la résistance de la plante. Nous y reviendrons ultérieurement.

Beaucoup d'auteurs se sont efforcés de voir si l'ensemble des propriétés physiologiques corrélatives de la résistance énumérées plus haut n'étaient pas le résultat, l'expression d'une même cause.

J. LAURENT (15), dès 1907, pensait que la vitesse de croissance était en relation directe avec l'abaissement de la pression osmotique. Inversement on peut dire qu'à une croissance peu active correspond une augmentation de la concentration cellulaire ; nous verrons, dans nos conclusions, l'importance de cette constatation de J. LAURENT.

On a recherché, également, si une cause de *nature morphologique* ne pouvait pas intervenir. Dans ce domaine, les travaux effectués sur les céréales n'ont pu mettre en évidence que des faits d'ordre secondaire ; sur un plan plus général, toutefois, il apparaît que la réduction de la dimension des cellules n'est pas sans corrélation avec la résistance au froid. Mais ne s'agit-il pas là d'un effet de

l'accumulation des glucides solubles ? M. MOLLIARD (21) dans des cultures en milieu artificiel a montré que l'introduction du glucose dans l'alimentation de la plante réduisait la dimension des cellules épidermiques. Nous verrons, ultérieurement, ce qu'il y a lieu de penser de ces observations.

Quant à LEVITT (17) il estime que la résistance au froid ne dépend finalement que de la perméabilité et de l'élasticité protoplasmique. L'aptitude qu'a le protoplasme à effectuer de rapides échanges d'eau avec le milieu extérieur conditionne la résistance. Il constate qu'une croissance active augmente la viscosité et diminue la perméabilité alors que celle-ci se trouve accrue par une réduction de dimension des cellules et de la teneur en eau. Il pense qu'une haute teneur en sucres ou éléments solubles ne suffit pas à protéger du froid une plante dont le protoplasme n'est pas suffisamment perméable ni élastique. Cette théorie, qui présente un réel effort de synthèse, ne constitue, d'après son auteur, qu'une hypothèse de travail, mais elle peut expliquer comme nous le verrons, certaines discordances observées entre la mesure de la pression osmotique et la résistance au froid.

Nos recherches n'ont pas été orientées dans le but d'apporter une contribution à cette hypothèse récemment formulée. Notre objectif, plus modeste, a été surtout de rassembler et de coordonner les résultats acquis dans l'étude de la résistance au froid chez les céréales d'hiver. Il peut se résumer comme suit :

1° Préciser certains aspects des altérations causées par le froid sur les céréales d'hiver.

2° Etudier, sur une série bien étalonnée de 8 variétés de blé constituant une gamme de résistance au froid décroissante, la variabilité d'un certain nombre de caractères morphologiques et physiologiques : Teneur en matières sèches, Δ cryoscopique, système radiculaire etc...

L'interprétation des résultats obtenus, nous permettra de formuler quelques conclusions nouvelles sur les causes de la résistance au froid et sur ses manifestations extérieures.

On pourra nous objecter qu'une généralisation basée sur le comportement de 8 variétés peut être un peu hâtive ; mais nous avons pris soin de choisir celles-ci parmi les différents types de blé : hiver, alternatif, printemps, blés améliorés et blés de pays, de manière à éliminer, dans toute la mesure du possible, les cas d'espèce. Ajoutons que l'ensemble des travaux et déterminations morphologiques et physiologiques devant être effectué en un temps relativement court, il nous était difficile d'opérer sur un matériel plus abondant et plus varié.

Nous avons d'ailleurs tenu compte, dans l'interprétation des résultats, de la variation propre à beaucoup de phénomènes biologiques, de l'imprécision inévitable de certains résultats et nous n'avons retenu que les conclusions les plus nettes.

MATÉRIEL ET MÉTHODES DE TRAVAIL

Le *matériel végétal* utilisé a été emprunté aux collections de Blés de la Station Centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles ou de la Station de Rennes. Les variétés étudiées sont toujours des lignées pures, maintenues depuis plusieurs années et chez lesquelles l'observation n'a jamais relevé de différences morphologiques, ni physiologiques.

Les méthodes générales de travail comportent 2 techniques principales : l'observation en plein champ et l'utilisation de chambres froides.

L'observation en plein champ peut être réalisée de deux façons différentes :

Etudes fortuites résultant de l'examen de dégâts du froid sur des semis normaux de grande culture, d'essais ou de collections.

Etudes dirigées sur des semis spécialement effectués à des dates différentes et suivant des modalités qui permettent d'éliminer dans la plus large mesure l'hétérogénéité du milieu, en particulier du sol : 2 à 4 répétitions espacées de plusieurs dizaines de mètres. Cette méthode a été rigoureusement suivie chaque fois qu'il s'agissait de déterminations quantitatives.

Les *travaux en chambre froide* ont fait l'objet d'une technique plus poussée qu'il n'est pas inutile de préciser rapidement.

Contrairement à certains auteurs qui ont simplement déposé dans des armoires frigorifiques des touffes de plantes arrachées et trempant dans un verre d'eau, il nous a paru indispensable de nous rapprocher, le plus possible, des conditions naturelles. A cet effet, les céréales en essai sont semées dans des caissettes de bois, de dimension 10 × 40 × 20 cm, remplies d'un mélange de sable et de terre. La végétation se développe à l'air libre.

Avant leur introduction dans la chambre froide les caissettes sont placées, au nombre de 6 dans de grandes caisses de bois et isolées les unes des autres par une couche de sciure d'environ 2 à 3 cm d'épaisseur.

L'ensemble de ces opérations vise simplement à calorifuger au maximum le sol et le système radiculaire et a réaliser un refroidissement de surface analogue à celui qui se produit dans les conditions naturelles.

En fait, par cette méthode, les températures observées dans nos essais n'ont jamais dépassé — 5° à — 7° à une profondeur de 5 cm pour une température extérieure de — 15° ce qui se rapporche sensiblement des conditions normales.

La chambre frigorifique, d'un type classique, est éclairée par une large fenêtre constituée par 3 vitres séparées les unes des autres par des matelas d'air. L'éclairement est en effet indispensable en raison du séjour assez prolongé des plantes à l'intérieur de la chambre et par le fait que les phénomènes d'endurcissement ne se manifestent qu'à la lumière. Le processus de refroidissement comporte les étapes suivantes :

Séjour de 5 à 6 jours à une température comprise entre 0° et 5° quand la température extérieure s'est révélée trop élevée pour provoquer l'endurcissement des plantes.

Refroidissement à — 5° pendant 24 heures, suivi d'une remontée de la température au voisinage de 0°.

Abaissement progressif de la température à — 14° — 16°, suivant le résultat recherché, en un temps variant entre 8 et 10 heures et suivant une courbe établie à l'avance (fig. 1).

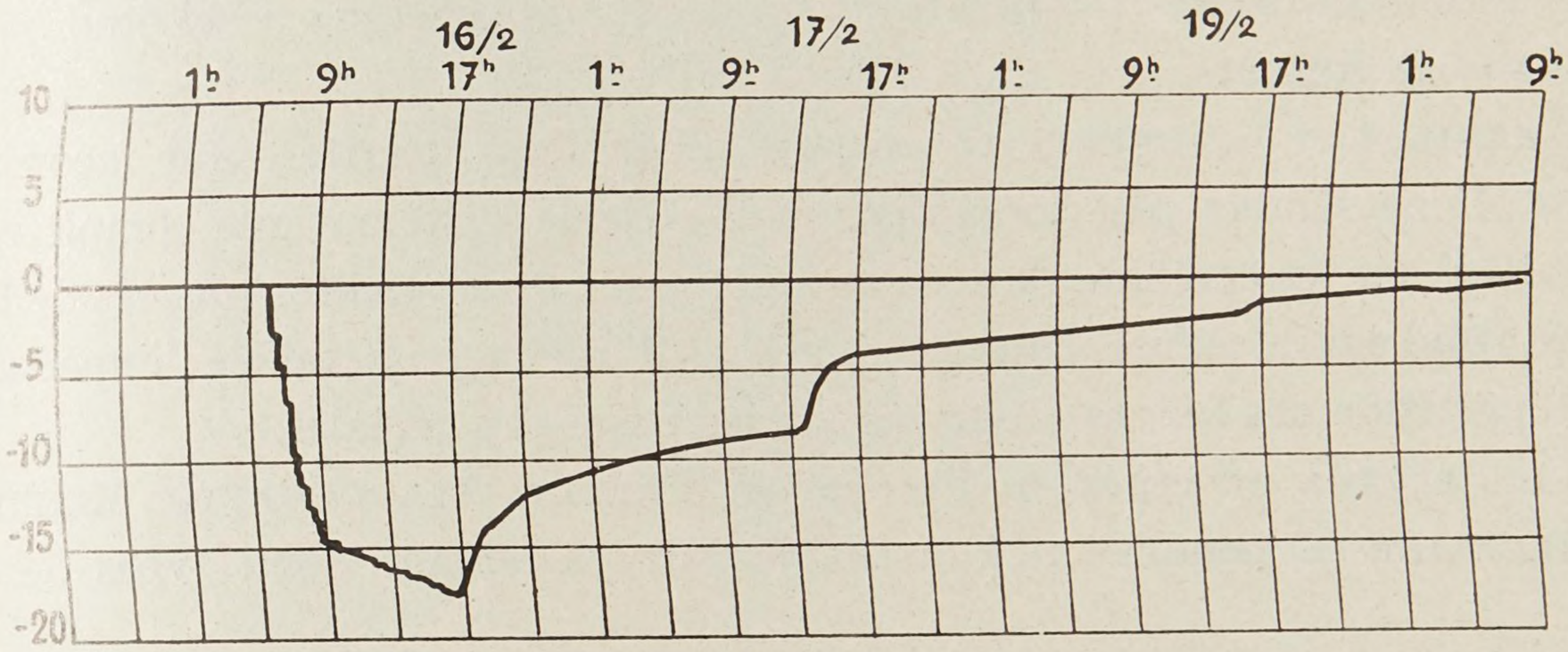


FIG. 1. — Variation de la température au cours d'un essai au frigorifique.

Les plantes sont sorties de la chambre frigorifique lorsque la température est remontée légèrement au-dessus de 0°.

Ces conditions de travail sont très voisines de celles qu'ont utilisées d'autres auteurs, en particulier MUDRA (23) dans leurs recherches sur la résistance au froid.

La notation des dégâts est effectuée quelques jours après, dans des conditions qui seront précisées ultérieurement.

Ajoutons que, dans tous les semis d'essais, figurent des variétés témoins (2 au minimum) qui servent toujours de terme de comparaison dans l'appréciation de la résistance.

PREMIÈRE PARTIE

QUELQUES DONNÉES COMPLÉMENTAIRES SUR LES MODALITÉS DE L'ACTION DU FROID

I. — DESCRIPTION DES DÉGATS

L'action des basses températures sur les tissus végétaux a été étudiée par de nombreux auteurs.

AKERMAN et LINDBERG (1), en particulier, l'ont décrite d'une façon très précise. Il ne semble pas, toutefois, qu'une étude systématique complète ait été réalisée sur les céréales. Sans nous arrêter sur les modalités propres de l'action du froid sur la cellule, nous examinerons d'une façon détaillée l'importance et la répartition des lésions observées sur les tissus des céréales.

Les travaux effectués en France par CRÉPIN, ALABOUVETTE, MENERET et CHEVALIER (4) conduisent à distinguer sur les céréales deux types de dégâts :

a) Ceux qui résultent d'une action directe du froid sur les tissus aériens : effet direct.

b) Un effet secondaire résultant d'une lésion de l'appareil souterrain (rhizome) et se traduisant ultérieurement par une fonte des semis.

Effet direct du froid

1. — *Description des dégâts*

L'observation des dégâts dus à l'action directe du froid doit être effectuée quelques jours après le dégel ; la teinte vert foncé des feuilles et la perte de turgescence que l'on observe pendant le gel pouvant être provisoires sur tout ou partie du feuillage.

Plusieurs jours après l'expiration de la période froide et lorsque la température a été suffisamment basse, on constate que certaines parties du feuillage conservent une teinte vert foncé accompagnée ou non d'une perte de turgescence alors que le reste de la feuille reprend sa couleur verte normale (fig. 2). Puis la teinte devient plombée, par suite du décollement de l'épiderme de la feuille ; enfin la partie lésée se dessèche complètement. C'est à ce moment, seulement que l'on peut estimer d'une façon définitive l'importance des dégâts.

2. — *Etude des cellules épidermiques*

Il nous a paru intéressant d'examiner le comportement des cellules dans la zone de partage entre tissus apparemment lésés et tissus apparemment sains.

2 ou 3 jours après le dégel, alors que cette zone de transition commence

à apparaître nettement, des fragments d'épiderme ont été examinés en coloration vitale. (Solution de Ringer + Rouge neutre). Les recherches effectuées

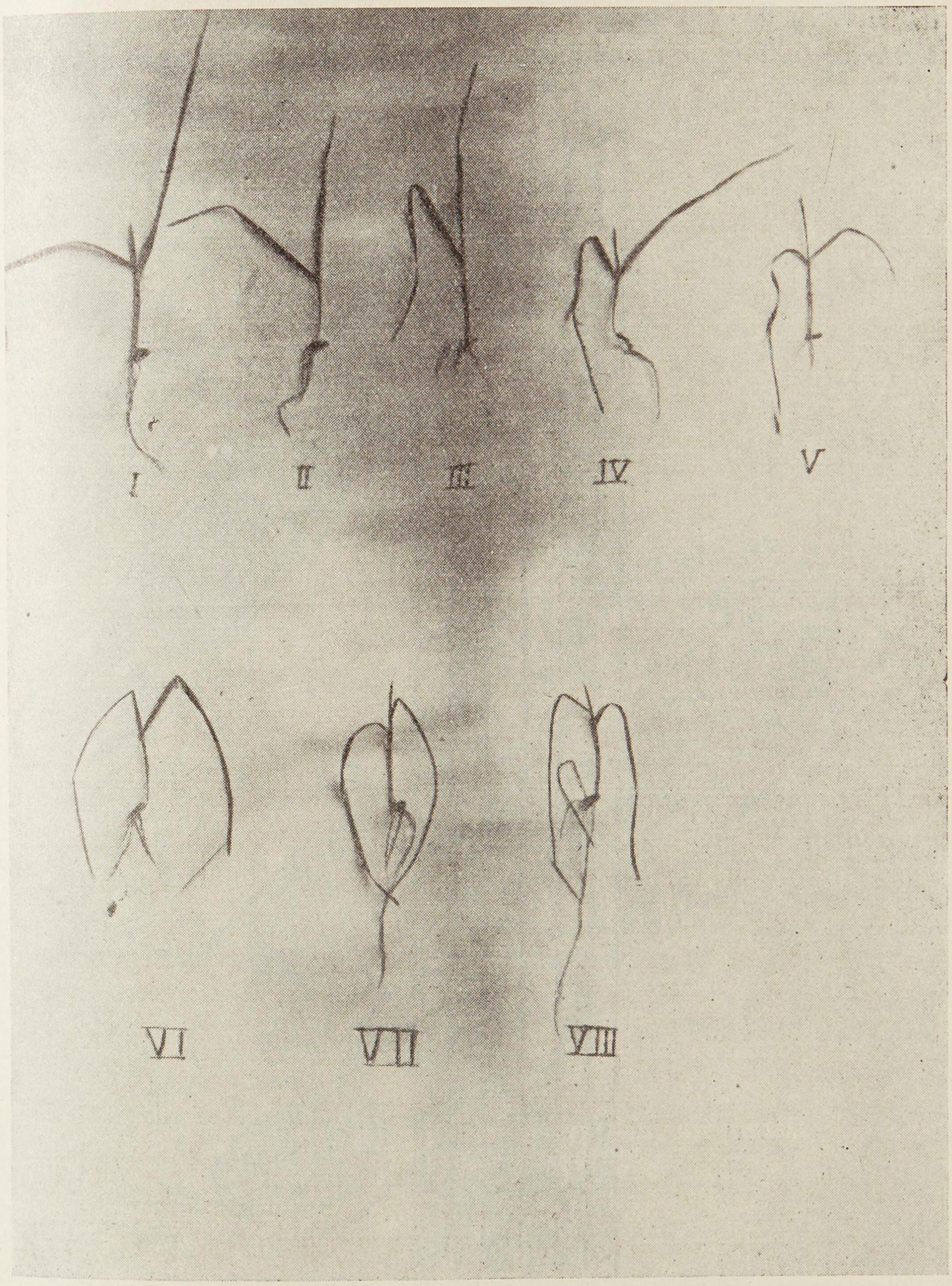


FIG. 2. — Dégâts foliaires (effet direct) sur une gamme de variétés de résistance au froid, décroissante (stade 3 feuilles)
I : Esterhazy II. — II : Magyarovar 6-7. — III : Magyarovar 2. — IV : Alsace 22. — V : Hâtif de Saône. — VI : B2 (Schribaux). — VII : Siegerlander. — VIII : Goldendrop.
Les zones tuées retombent et sont plus ou moins désséchées.

sur plusieurs variétés nous amènent à subdiviser la zone de transition en 4 parties (fig. 3).

1. — Zone de cellules mortes.

2. — Zone dans laquelle les cellules marginales des stomates restent seules vivantes.

3. — Zone de cellules à plasmolyse plus ou moins marquée et à vacuolisation intense (fig. 5).

4. — Zone de cellules normales.

Ces observations nous conduisent à deux conclusions importantes à savoir :

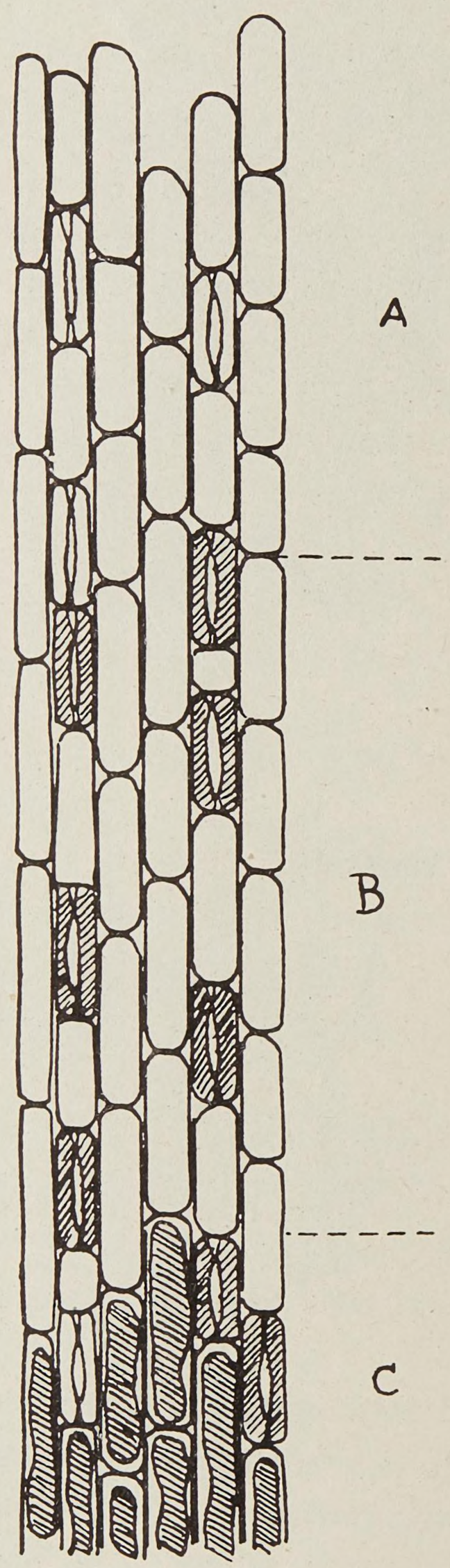


FIG. 3. — Feuille de blé (épiderme supérieur) à la limite de la zone tuée par le froid. (Coloration vitale — Ringer rouge neutre)
Zone A. Toutes les cellules sont tuées. — Zone B. Cellules marginales des stomates vivantes (vacuoles colorées). — Zone C. Cellules marginales des stomates vivantes (vacuoles colorées) et cellules épidermiques vivantes à plasmolyse plus ou moins marquée (représentation schématique).

a) Que les cellules marginales des stomates sont plus résistantes au froid que les cellules épidermiques voisines, ce qui confirme l'indication donnée par MILLER (20) selon laquelle ces cellules auraient une pression osmotique plus élevée que leurs voisines.

b) Que les phénomènes de vacuolisation ont une portée tout à fait générale,

attendu qu'ils ont déjà été signalés par MATRUCHOT et MOLLIARD (18) puis par J. DUFRENOY dans les tissus végétaux attaqués par diverses maladies cryto-gamiques.

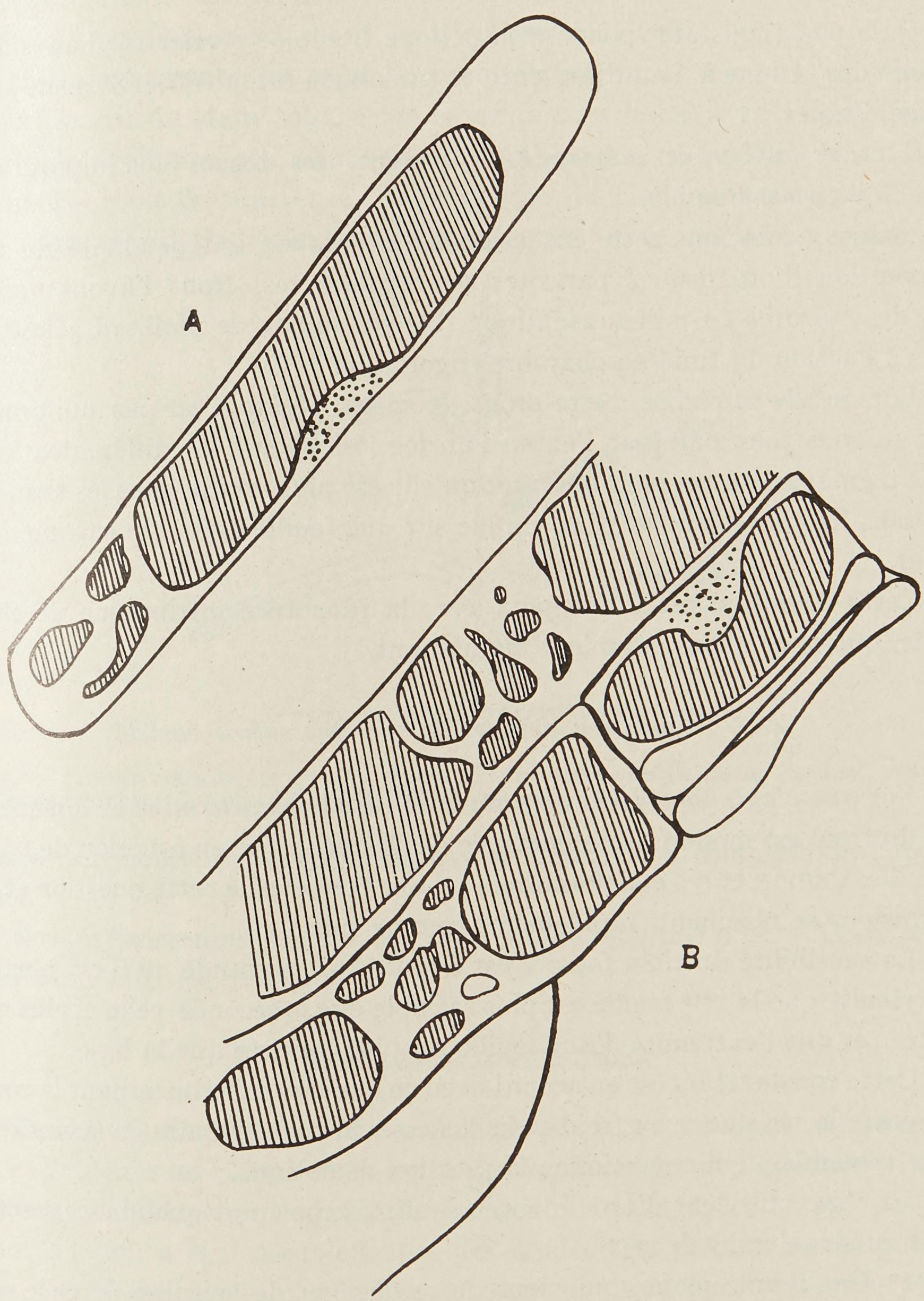


FIG. 4. — Détails de la zone C (fig. 3) montrant la vacuolisation dans les cellules épidermiques.

3. — *Evolution des dégâts dus à l'effet direct*

La zone de transition telle que nous venons de la définir n'est pas fixée d'une façon immuable à l'issu du dégel. Les *dégâts* qui, nous le savons, résultent d'une déshydratation du protoplasme, *peuvent se prolonger après la disparition de l'action qui les a provoqués.*

Cette progression sera très marquée par un degré hygrométrique bas qui accélère l'évaporation. Un dégel sec ou accompagné d'un vent violent occasionnera, toutes choses égales par ailleurs, beaucoup plus de dégâts qu'un dégel humide.

On a pu le constater pendant la période froide de février 1948 au cours de laquelle des lésions à évolution lente et prolongée furent observées sur avoine et orge d'hiver.

SALMON (27) avait remarqué, également, des dégats plus importants en sol sec qu'en sol humide.

Signalons, enfin, que cette extension des dégats est indépendante de toute intervention d'organismes parasites ou saprophytes. Nous l'avons observée dans des cultures au milieu aseptique (blé sur milieu de Molliard gélosé) soumises à l'action du froid en chambre frigorifique.

Lorsqu'elle se réalise, cette progression des dégâts n'est pas uniforme. Si nous suivons jour par jour l'extension des lésions sur les différentes feuilles d'une même plante, on peut observer qu'elle est plus rapide dans les tissus âgés que dans les tissus jeunes (plus grande sur une feuille âgée que sur une feuille jeune).

Cette évolution est en rapport avec la résistance intrinsèque de chaque feuille, que nous allons examiner maintenant.

4. — *Variation des dégâts sur une même variété*

Sur une plante considérée à un stade de végétation déterminé et lorsque l'action du froid est modérée, l'importance des lésions varie en fonction de l'âge de la feuille. CRÉPIN et ses collaborateurs (4) ont bien étudié cette question et leurs conclusions se résument, rapidement, comme suit :

La sensibilité du tissu foliaire est d'autant plus grande qu'il est plus âgé ; il en résulte que la 1ere feuille est plus sensible que la seconde, celle-ci plus que la 3e etc... et que l'extrémité d'une feuille est plus touchée que la base.

Cette constatation est en accord avec ce que l'on sait concernant la corrélation entre la résistance au froid et la richesse du suc cellulaire en sucres et matières minérales, qui conditionne la pression osmotique.

La règle qui vient d'être énoncée souffre, cependant quelques exceptions. Nous en signalerons deux :

1° Une feuille jeune, qui vient de se dégager de la gaine de celle qui la précède, est extrêmement sensible au froid pendant un temps assez court. La déficience relative en chlorophylle, corrélative d'une synthèse ralentie des sucres en est vraisemblablement la cause. Il n'en reste pas moins que la 2e ou la 3e feuilles jeunes sont quelquefois plus touchées que la première.

2° L'action brutale du froid, sans endurcissement préalable, sur des tissus en voie de croissance, provoque parfois une inversion des dégâts normaux.

C'est ainsi qu'au cours de la période froide de février 1948 à laquelle nous

avons déjà fait allusion, nous avons observé fréquemment sur l'avoine et l'orge d'hiver, que la base des feuilles et une partie des gaines étaient plus touchées que l'extrémité du limbe (fig. 5). C'est là un cas un peu spécial qui ne se présente pas lors d'un refroidissement progressif normal.

Si on considère, maintenant, la variation des dégâts en *fonction de l'âge de la plante* on constate, au point de vue pratique, un changement de comportement à partir du stade tallage qui coïncide chez le blé avec l'apparition de la 4e feuille. CRÉPIN et ses collaborateurs ont bien mis en évidence les causes de cet accroissement de résistance : la formation du nœud de tallage et l'importance relativement plus grande des tissus jeunes qui se manifestent sous forme

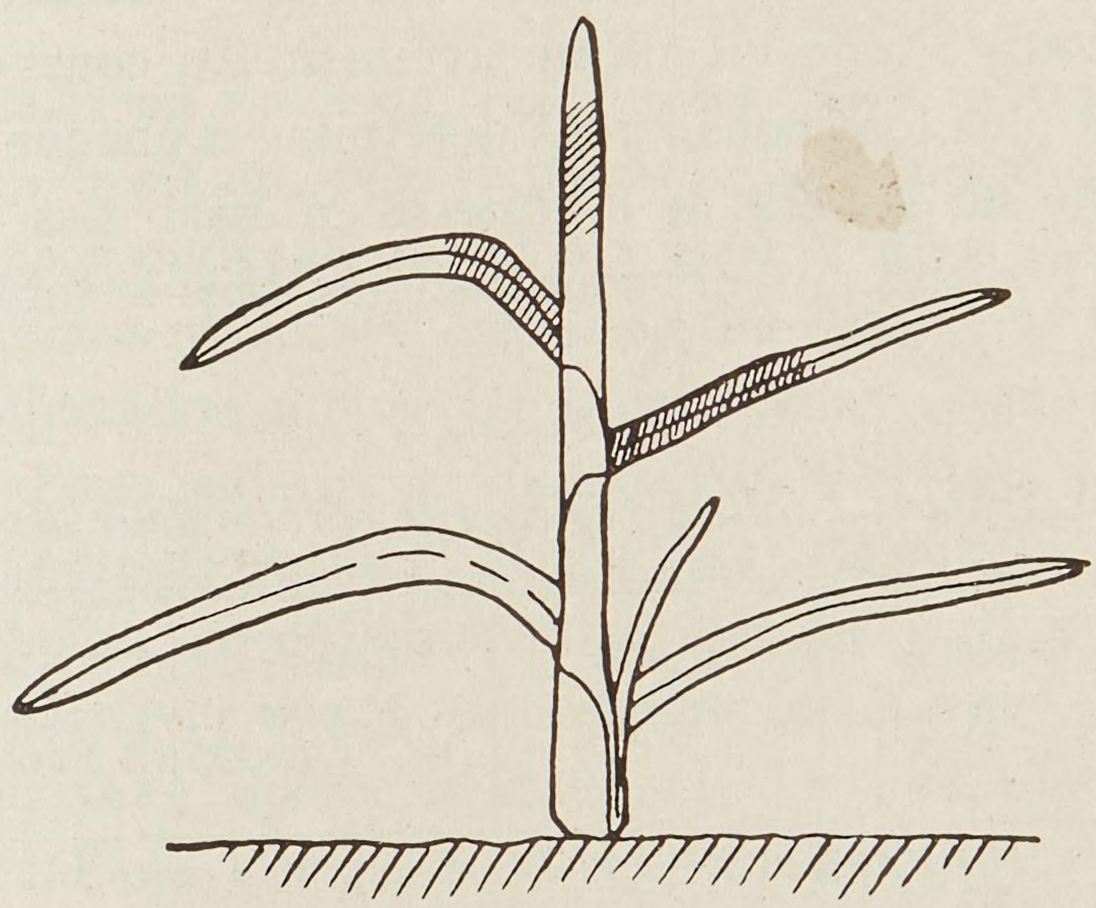


FIG. 5. — Inversion des dégâts sur orge d'hiver (février 1948). En l'absence d'endurcissement les zones de croissance (les plus jeunes) hachurées sont tuées par le froid.

de talles, et facilitent la reprise en cas de destruction complète de l'appareil foliacé.

Nous n'insisterons pas sur ces faits connus que nos observations personnelles n'ont fait que confirmer.

Effet secondaire du froid

Ce sont également les travaux de CRÉPIN et de ses collaborateurs qui ont mis en évidence les causes de la fonte des semis résultant d'une lésion du premier entre-nœud avant l'apparition du nœud de tallage. En U. R. S. S., SALTYKOVSKJ (28) a également effectué des études très précises sur la question. Cette lésion, qui est suivie de l'envahissement de la jeune plantule par des parasites divers, bactéries ou Fusarium nivale, (ROSENTRETEV (26)), amène la séparation du système radiculaire primaire de l'appareil aérien et la mort de la plante.

Le phénomène est particulièrement net lorsqu'un abaissement de température assez rapide permet une profonde pénétration du gel dans le sol.

Nous n'insisterons pas, non plus, sur ces faits déjà décrits et que nous avons observés à de nombreuses reprises dans nos recherches.

II. — MODALITÉS DE LA REPRISE

Lorsque l'action du froid a été modérée et que rhizome et point végétatif sont intacts, la reprise de la végétation est une simple question de tallage. Les variétés possédant cette aptitude à un haut degré reprennent plus facilement après un hiver rigoureux.

Si le point végétatif a été touché, la plante peut encore reprendre un certain développement si elle possède la faculté d'émettre une *talle de coléoptile*.

Cette propriété n'est pas constante et le problème se pose de savoir si elle constitue un caractère variétal. A la suite d'essais effectués de 1929 à 1931, Mme R. FRIEDBERG (8) conclut affirmativement. Au cours des recherches qui seront rapportées plus loin nous avons déterminé à chaque occasion, le % de talles de coléoptile sur la série de 8 variétés en essai. Les résultats obtenus, comparés à ceux d'autres auteurs sont résumés dans le tableau suivant :

TABLEAU I

% de plantes présentant 1 talle de coléoptile (profondeur des semis 3 à 5 cm)

Variétés	Versailles 1935-36	Rennes 1947-48	Colmar 1929-30 (M. MENERET)	Versailles 1929-30 (R. FRIEDBERG)	Versailles 1930-31 (R. FRIEDBERG)
Minhardi	10,2	28			
Alsace 22.....	34,1	15	5	2	0
Moutot à épi rouge	32,5	19,7			
Siegerlander.....	81,8	10,5			6
Préparateur Etienne	12,8	7,3			
Vilmorin 27	5	5,8	3		
Vilmorin 23	19,5	10	26	20	3
Pusa 4	2,5	4,8			

On observe donc une très large fluctuation dans la faculté d'émission de la talle de coléoptile, en fonction du lieu et de l'année. La profondeur du nœud de tallage semble être un des éléments susceptibles d'expliquer ces variations, l'apparition de la talle étant beaucoup plus aléatoire lorsque le nœud se trouve situé en profondeur, très près du grain. (Années froides ou très lumineuses).

Mais ce n'est sans doute pas là la cause essentielle et il existe sûrement d'autres conditions susceptibles d'aider ou d'entraver le développement des bourgeons axillaires.

L'action du froid, lorsqu'elle est suivie de dégâts importants, favorise l'émission de talles de coléoptile. Au cours de nos essais en frigorifique, nous avons toujours observé une abondance plus grande de ces talles sur les plantes en voie de reprise que sur celles qui n'avaient pas encore subi de dégâts.

Pour la variété *Alsace 22* nous trouvons par exemple :

Sans atteinte du froid	15 à 30 %	de talles	de coléoptile
1ere feuille tuée, 2e aux 3/4.....	56 %	—	—
1ere et 2e feuilles tuées, 3e à 1/2.....	69,5 %	—	—

A la lumière des données figurant au tableau I, il nous semble prudent de conclure que l'aptitude à développer une talle de coléoptile constitue une caractéristique variétale dans les cas extrêmes seulement : variétés à faible pourcentage comme *Vilmorin 27*, *Pusa 4*, variétés à fort pourcentage comme *Goldendrop* ou *Ina* figurant dans les essais de R. FRIEDBERG.

La faculté d'émettre une talle de coléoptile n'est donc pas corrélative de la résistance au froid ; quand elle existe, elle favorise la reprise après un gel assez sévère.

III. — VARIATION DE LA RÉSISTANCE

La résistance au froid varie dans les limites très larges suivant les variétés de blé. Le problème revêt une telle importance pour la pratique agricole qu'il a suscité des recherches multiples ayant abouti à la mise au point de diverses méthodes et au classement des variétés selon une gamme de résistance décroissante. Dans une publication antérieure (5) nous avons résumé ces travaux et établi un classement d'une série importante de variétés françaises et étrangères au point de vue de leur résistance au froid. Ces résultats ont été acquis en chambre froide selon la technique précédemment exposée (page 260).

On doit faire observer que, pour apprécier la résistance intrinsèque d'une variété, il est nécessaire d'opérer au stade 3 feuilles, c'est-à-dire avant l'apparition du nœud de tallage. Dès que celui-ci est suffisamment développé, l'appréciation des dégâts peut se trouver gênée par le développement plus ou moins régulier des talles.

C'est à la suite des nombreux essais effectués au cours des années 1933-34 et 35 que nous avons été amenés à choisir une série de 8 variétés, présentant une gamme complète des degrés de résistance au froid, série que nous avons utilisée dans toutes nos recherches ultérieures.

Pour une même variété la résistance au froid varie, nous l'avons vu, selon l'âge de la plante, et nous en avons rappelé les modalités.

La variation est également très importante *suivant les conditions du refroidissement*. On a constaté depuis, très longtemps, qu'un abaissement assez lent et progressif de la température augmentait d'une manière appréciable la résistance des céréales d'hiver. Depuis les premiers travaux de HARVEY (11) qui remontent à 1918, le problème de l'*endurcissement* (HARDENING, des Anglo-Saxons) a été étudié sous ses différents aspects et très nombreuses sont les publications qui traitent de la question. A notre avis, l'excellent travail de MUDRA (23) a précisé d'une façon définitive les meilleures conditions expérimentales analogues à celles que nous avons rappelées dans l'exposé de nos méthodes (page 260).

MUDRA a fait remarquer, également, que les processus d'endurcissement sont plus rapides chez les variétés résistantes au froid que chez les sensibles et nous aurons l'occasion de revenir sur ces faits.

D'autres auteurs, en particulier LAUDE (14), ont également, mis en évidence le fait que la perte de résistance observée au départ de la végétation de printemps est d'autant plus rapide que l'endurcissement a été plus poussé ; toutes les variétés ne présentant pas d'ailleurs ce phénomène à un même degré, et nous serons également amenés à y faire allusion.

Le problème de l'endurcissement se révèle donc comme assez complexe quant à l'étude de son mécanisme chimique et physiologique : augmentation de la teneur en sucre, modification de la nature des protides, etc... elle n'entre pas dans le cadre de cet exposé.

En résumé, nous avons, dans les pages qui précèdent fait ressortir les particularités de l'action du froid sur les céréales. Nos conclusions confirment les observations de M. MOLLIARD concernant les phénomènes de vacuolisation dans les cellules soumises à l'action du gel et mettent en évidence une meilleure résistance des cellules marginales des stomates.

La variation des dégâts en fonction de l'âge de la plante et du degré d'endurcissement a été précisée. On voit également, l'importance du phénomène de tallage dans l'augmentation de la résistance intrinsèque et dans la faculté de reprise après les froids ; dans ce dernier cas, la possibilité d'émission d'une talle de coléoptile intervient comme un facteur d'appoint.

DEUXIÈME PARTIE

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES ET RÉSISTANCE AU FROID

Des investigations d'ordre purement théorique et des recherches d'ordre pratique ont été entreprises par de nombreux auteurs en vue d'étudier les corrélations existant entre la résistance au froid et certains caractères physiologiques ou de composition chimique. Il est inutile de rappeler ici la bibliographie complète de la question. MAXIMOV (19) dont les expériences classiques sur le *Tradescantia* ont démontré le rôle de la pression osmotique, avait d'ailleurs, en 1930, présenté une analyse des différentes méthodes et on peut dire que, depuis cette date, on s'est plutôt orienté vers une simplification.

Les principaux caractères étudiés en vue de rechercher leur corrélation avec la résistance au froid ont été :

Teneur en matières sèches.

Teneur en sucres réducteurs.

Eau liée (méthode dilatométrique).

Pression osmotique (Δ cryoscopique ou réfractomètre).

Teneur en protéines, etc....

De l'avis de tous ceux qui ont comparé les diverses méthodes avec les résultats obtenus par le refroidissement direct, il résulte que la détermination de la pression osmotique et la mesure de l'eau liée constituent les tests les meilleurs. La valeur du premier procédé a été bien mise en évidence par les travaux de W. ULMER (33) et de A. MONNIER-DUMONT (22).

On peut objecter, toutefois, à la plupart des expérimentateurs, à l'exception de MUDRA, que leurs essais n'ont été réalisés qu'à 1 ou 2 stades de la végétation de la céréale et comportent, pour chaque variété, un nombre très restreint de mesures. Cette manière de faire concorde assez mal avec ce que l'on sait de l'endurcissement, épreuve susceptible d'accentuer les différences entre variétés.

Il nous a donc paru intéressant de reprendre, sur une série de variétés, la mesure de l'abaissement du point de congélation, à différentes époques, de manière à étudier sa variation et la réaction de ces diverses variétés à l'action progressive du froid.

A. — VARIATION DU Δ CRYOSCOPIQUE D'UNE SÉRIE DE 8 VARIÉTÉS EN FONCTION DES CONDITIONS DE TEMPÉRATURE

1° Matériel et méthode de travail

Les 8 variétés utilisées sont, par ordre de résistance au froid décroissante :

1 : *Minhardi.*
2 : *Alsace 22.*
3 : *Moutot à Epi Rouge.*
4 : *Siegerlander.*
5 : *Préparateur Etienne.*
6 : *Vilmorin 27.*
7 : *Vilmorin 23.*
8 : *Pusa 4.*

Le classement a été établi à la suite d'essais précis, réalisés en chambre froide, et contrôlé, également, par des observations effectuées lors d'hivers froids, dans des conditions normales de culture.

Afin d'éliminer, dans toute la mesure du possible, les cas particuliers nous avons choisi des blés de types très variés : blés de pays comme *Alsace 22, Moutot à Epi Rouge* ; blés améliorés à grand rendement tels que *Vilmorin 23, Vilmorin 27* et *Siegerlander* ; blés du type hiver comme *Minhardi, Alsace 22, Préparateur Etienne*, 1/2 alternatifs comme *Vilmorin 27*, blé de printemps tel que *Pusa*.

Malgré ces précautions, on peut nous objecter encore qu'une série limitée à 8 variétés est un peu insuffisante pour formuler des conclusions générales. Nous répondrons qu'il était difficile d'accroître ce chiffre, certaines déterminations comme le Δ cryoscopique devant être effectuées en un temps très court, et les mesures de croissance réalisées dans les mêmes conditions sur un nombre assez restreint de plantes. Il fallait donc sacrifier le nombre à la précision à moins de disposer d'un personnel considérable.

Contrairement à d'autres auteurs qui ont effectué des essais du même genre dans des serres à température réglable, nous avons préféré nous en rapporter aux conditions naturelles et étudier les variations de la pression osmotique en fonction des conditions extérieures de température.

Bien que n'étant pas maître des données thermiques, il nous a semblé prudent, par cette méthode, d'écarter les conditions un peu anormales d'intensité lumineuse, nature des radiations, état hygrométrique etc... réalisées en serre et qui peuvent *a priori* influer sur les processus d'endurcissement.

L'appréciation de la pression osmotique est faite par la mesure du Δ cryoscopique suivant la méthode d'écrite par MONNIER-DUMONT (22). Nous en rappelerons, ici, les éléments essentiels tels qu'ils ont été adaptés à la nature de nos recherches.

Méthode de mesure du Δ cryoscopique. — Les essais ont été effectués au cours des hivers 1935-36, 1936-37 et 1937-38. Les 8 variétés de la série sont semées à date normale, en général pendant la 1ere quinzaine de novembre, dans un sol homogène (Station d'Amélioration des Plantes de Versailles). Le semis est réalisé en lignes espacées de 0,20 m, les grains à 5 cm sur la ligne pour bien séparer les plantes ; chaque variété est répétée 2 fois de manière à pallier dans une certaine mesure toute hétérogénéité éventuelle du terrain.

Dès que les plantes ont atteint un développement suffisant et quand les conditions de température extérieure semblent favorables à la manifestation des phénomènes d'endurcissement, des prélèvements d'environ 50 plantes par variété sont effectués en des points différents de chaque semis.

Dans toutes nos recherches, ces prélèvements ont toujours été faits le matin vers 9 h 30-10 h afin de se placer assez près de l'heure du Δ maximum et éviter les fluctuations diurnes mises en évidence par MONNIER-DUMONT.

Chaque échantillon de 50 plantes subit les opérations suivantes :

2° Lavage et séchage rapide au buvard.

2° Sectionnement des racines à leur point d'insertion de manière à ne faire porter les analyses que sur l'appareil foliacé.

3° Une première partie de l'échantillon (environ 1 g) est réservée pour la détermination de la matière sèche, à l'étuve à 105° en suivant les précautions habituelles.

4° Une deuxième partie : 2 g à 10 g est utilisée pour l'obtention du bouillon et ajoutée à 20 à 35 cm³ d'eau distillée, suivant la quantité de matière verte disponible.

5° La mesure du Δ cryoscopique est effectuée, selon la technique classique, à l'aide du cryoscope Claude et Balthazar.

Le Δ cryoscopique est calculé d'après la formule :

$$\Delta = A \frac{(M - (t + Ps))}{Pt - Ps}$$

Dans laquelle : M = Poids total vase + liquide cryoscopé ; t = tare du vase ; Ps = Poids de l'organe sec ; Pt = Poids de l'organe vert ; A = Abaissement du point de congélation du liquide.

Toutes les déterminations ont été effectuées en double au cours de la première année de nos essais. Cette précaution s'est révélée par la suite inutile en ce qui concerne la matière sèche car les écarts entre deux déterminations sont le plus souvent inférieurs à 1 %. Il n'en est pas de même du Δ où les écarts atteignent souvent 5 à 7 %. De ce fait, la première décimale du chiffre obtenu par le calcul conserve seule une valeur.

2° Résultats obtenus.

La première année d'essai (1935-1936), peu favorisée par les conditions de l'hiver nous permit de mettre au point la méthode de travail et nous n'en retiendrons que les seuls résultats suivants :

TABLEAU II

Echantillonnage du 7 décembre 1935 (1)

Variétés	Mat. sèche %	Δ	Variétés	Mat. sèche %	Δ
Minhardi	28,4	2,12	*Préparateur Etienne.*	19,4	1,30
Alsace 22.....	22,3	1,68	*Vilmorin 27*	20,4	1,45
Moutot à épi rouge	21,1	1,50	*Vilmorin 23*	19	1,16
Siegerlander	18,2	1,33	*Pusa 4*	17,6	1,12

(1) Précédé par 6 jours au cours desquels la température moyenne est < à 4° et avec 2 minima < 0°

A l'exception d'une variété (*Vilmorin 27*) il y avait, dans cet essai, corréla-

tion complète entre résistance au froid et Δ cryoscopique, ce qui nous encourageait à poursuivre dans cette voie.

Au cours de l'hiver 1936-37, les conditions de température nous permirent d'effectuer à des époques différentes 5 échantillonnages : 3 à l'issu de périodes froides, 2 autres à la fin des périodes nettement plus tempérées (voir graphique I).

Les résultats obtenus sont rassemblés dans les tableaux III et IV et certains d'entre eux traduits sous forme graphique (I).

TABLEAU III

Variation de la teneur en matières sèches % (1936-37)

Variétés	Dates					Moy.	Écart entre les extrêmes	Écart % Moyenne
	15/12	23/12	8/1	18/1	29/1			
Minhardi	23,6	26	24,2	26,8	27,6	25,6	4	15,6
Alsace 22	19,8	19,6	19,2	20,8	20,1	19,9	1,6	8,0
Moutot à épi rouge	19,3	19,4	18,6	21,2	19,6	19,6	2,6	13,2
Siegerlander	18,3	18,4	16,7	17,9	19	18,1	2,3	12,7
Préparateur Etienne	17,4	18,8	17,2	18,4	19,4	18,2	2,2	12,0
Vilmorin 27	19,3	20,6	18,9	20,3	20,9	20	2	10
Vilmorin 23	18,2	19,4	18,5	20,8	20,9	19,6	2,7	13,3
Pusa 4	16,4	15,8	15,1	15,9	19,5	16,5	3,1	18,7
Température moyenne de chaque période :	*5°,92*	*4°,07*	*2°,78*	*7°,08*				

Variation de la teneur en matière sèche. — On peut observer, tout d'abord que la teneur en matière sèche n'est, à aucun moment, en corrélation avec la résistance au froid, ce qui confirme les conclusions de nombreux auteurs. Cette constatation n'exclut pas le rôle joué par la diminution de la teneur en eau des tissus, mis en évidence par KESSLER.

En ce qui concerne la variation de cette caractéristique, MONNIER-DUMONT avait observé que les espèces résistantes au froid ont, en hiver, les poids secs les plus constants. Dans le but de contrôler la valeur de cette hypothèse sur nos variétés de blé, nous avons fait figurer, pour chacune d'elles, dans le tableau III l'écart entre les extrêmes et la valeur de cet écart exprimé en % de la teneur moyenne en matière sèche. Les résultats obtenus montrent que les variétés résistantes au froid ne présentent pas une constance particulière de la teneur en matière sèche et que ce sont, au contraire les variétés situées aux deux extrémités de l'échelle de résistance qui varient le plus.

Variation du Δ cryoscopique. — Si on examine séparément chacun des 5 échantillonnages, on constate qu'en aucun moment la valeur du Δ cryoscopique n'est en corrélation absolue avec la résistance au froid. Cette observation avait d'ailleurs été faite par MONNIER-DUMONT et LEVITT en tient compte dans

sa théorie de la résistance exposée au début de ce travail. La moyenne des 5 déterminations donne un classement correct des variétés, mais ne permet pas de séparer *Siegerlander*, *Préparateur Etienne*, *Vilmorin 27* et *Vilmorin 23* dont les Δ moyens s'écartent seulement de 0,04.

TABLEAU IV

Variation du Δ cryoscopique (1936-37) (1)

Variétés	Dates					Moyenne
	15/12	23/12	8/1	18/1	29/1	
Minhardi	1,85	1,94	1,45	2,23	1,86	1,87
Alsace 22	1,68	1,41	1,39	1,43	1,61	1,50
Moutot à épi rouge	1,69	1,38	1,27	1,34	1,41	1,42
Siegerlander	1,57	1,30	1,12	1,10	1,40	1,30
Préparateur Etienne	1,48	1,22	1,05	1,34	1,22	1,26
Vilmorin 27	1,45	1,21	1,13	1,15	1,42	1,27
Vilmorin 23	1,60	1,26	1,07	1,21	1,40	1,31
Pusa 4	1,29	1,09	1,05	1,01	1,10	1,11
Température (2) moyenne de chaque période :	5°,92	4°,07	2°,78	7°,8		

(1) Les valeurs de Δ étant obtenues par le calcul, la 2e décimale n'est donnée qu'à titre indicatif ; elle est valable à 5 % près au minimum.
(2) Moyenne journalière prise sous abri à 2 m (Station Centrale de Climatologie de Versailles).

On peut donc dire que la méthode du Δ cryoscopique est satisfaisante dans son ensemble, mais insuffisamment précise car elle ne permet pas de caractériser des différences de résistance au froid ayant une certaine importance pratique.

Il n'était d'ailleurs pas dans notre intention, d'étudier ici cette méthode en elle-même, mais, simplement, de l'utiliser pour examiner le comportement des diverses variétés au cours du refroidissement hivernal.

Dans ce but, nous avons rassemblé sous forme graphique les variations parallèles du Δ et de la matière sèche pour quelques-unes des 8 variétés en essai seulement, dans le but de ne pas charger inutilement cet exposé. (Graphique I).

Etudions d'une manière détaillée, à l'aide de ces graphiques, les modalités de la variation du Δ.

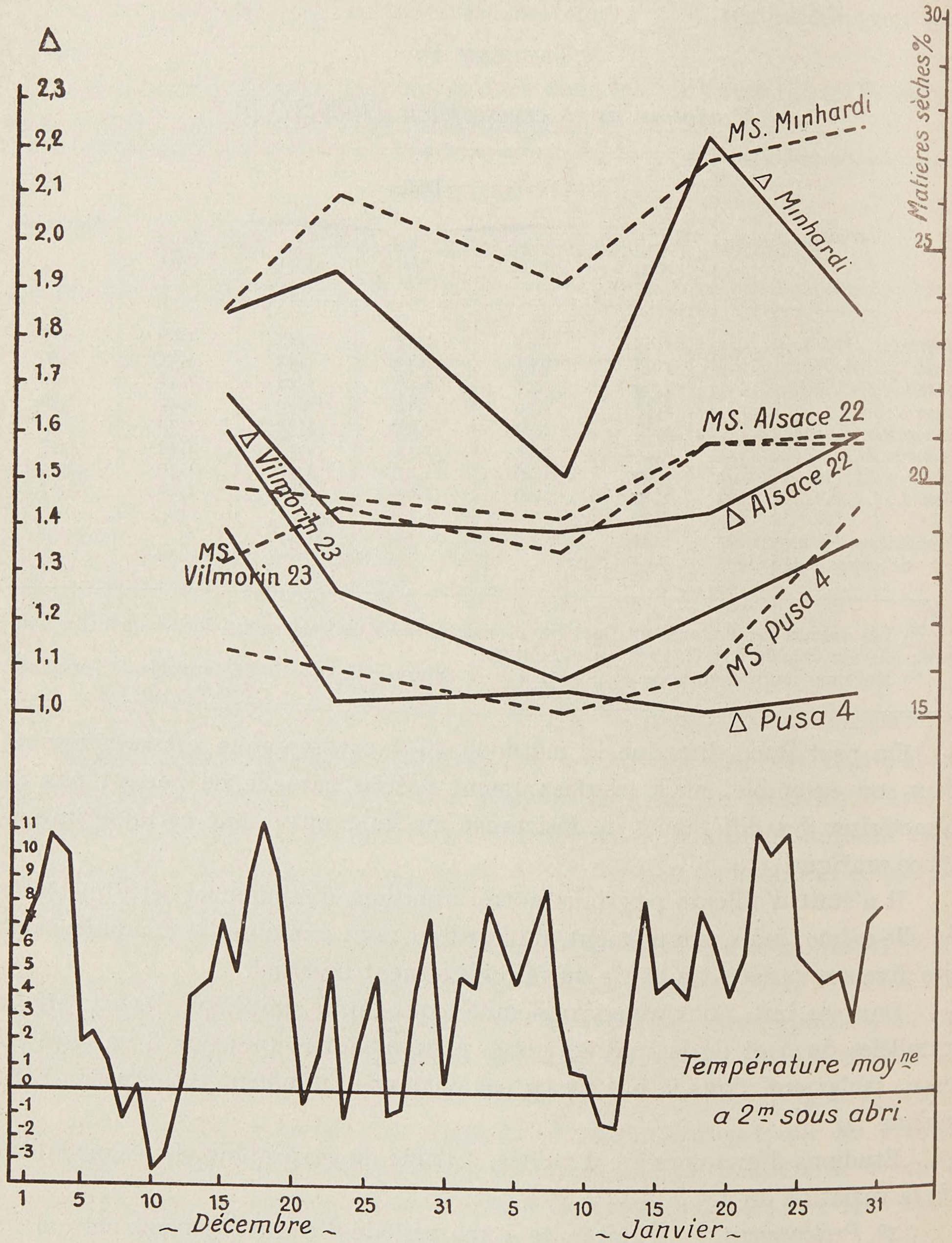
1° *Prélèvement.* — Il fait suite à une période d'endurcissement nettement caractérisée.

4 jours avec t° compris entre 0 et + 3°,
3 jours avec t° compris entre 0 et — 3°,
puis 3 jours de léger réchauffement.

A l'issu de cette période, l'échantillonnage donne des Δ en corrélation parfaite avec la résistance au froid à l'exception d'une variété : *Vilmorin 23*.

2° *Prélèvement.* — Il est effectué après 8 jours, au cours desquels les températures moyennes se sont maintenues, la plupart du temps, au-dessus de + 5°.

Tous les Δ s'abaissent de 16 à 26 % sauf celui de *Minhardi*, variété la plus résistante, qui continue à s'accroître.



GRAPHIQUE I

Variation du Δ et de la Matière sèche en fonction du temps pour 4 variétés.

3° *Prélèvement.* — Il est précédé d'une période de 15 jours pendant lesquels le thermomètre n'est descendu que trois fois au-dessous de 0°, alors que les températures supérieures à 4° sont très fréquentes (11 jours). Ces conditions,

favorables à la croissance, entraînent un abaissement général du Δ pour toutes les variétés.

4° *Prélèvement.* — Il est effectué 10 jours après le précédent ; cette période est caractérisée par des conditions favorables à l'endurcissement.

3 jours avec t° compris entre 0 et + 4°,
2 jours avec t° compris entre 0 et — 2°,

Suivis d'une période où 4 jours sur 5 présentent des températures comprises entre 4 et 5°.

Il en résulte un relèvement du Δ pour la plupart des variétés :

Très marqué	pour *Minhardi*	+ 54 %
Assez marqué	pour *Préparateur Etienne*	+ 26 %
	pour *Vilmorin 23*.....	+ 13 %
Peu marqué	pour *Alsace 22*	+ 3,4 %
	pour *Moutot à Epi Rouge*	+ 5,7 %
Stationnaire ou en baisse légère	pour *Vilmorin 27*.....	+ 1 %
	pour *Siegerlander*	— 2 %
	pour *Pusa 4*.....	— 3 %

Les variations du Δ semblent donc sans aucun rapport avec la résistance au froid, sauf pour les variétés situées aux deux extrémités de la série.

5° *Prélèvement.* — Effectué 11 jours après le précédent, à la suite d'une période chaude, où les températures moyennes sont comprises entre 4° et 11°.

Alors qu'on pouvait s'attendre, à un abaissement général du Δ cryoscopique, cette hypothèse ne se vérifie que pour des variétés ayant manifesté un accroissement important au cours de la période précédente : *Minhardi, Préparateur Etienne.*

Pour toutes les autres variétés, le Δ continue à s'accroître plus ou moins rapidement. Le blé de printemps *Pusa 4* reste encore stationnaire.

Il est donc difficile de formuler, à l'issu de ces essais, des conclusions générales susceptibles d'établir un certain rapport entre les modalités de l'endurcissement et la résistance au froid mesurée par le Δ cryoscopique.

On constate toutefois :

1° Que la variété *Minhardi,* très résistante suit étroitement les variations de température et présente de grandes amplitudes de fluctuations du Δ cryoscopique : *Préparateur Etienne* a un comportement du même ordre.

2° La variété de printemps *Pusa 4,* très sensible, présente au contraire une grande inertie ; son Δ cryoscopique est peu variable.

3° Entre ces deux extrêmes les autres variétés ont à peu près le même comportement : réactions plus faibles et plus amorties aux variations de température.

Nous nous efforcerons au chapitre « Caractères Morphologiques et résistace au froid » d'expliquer ce comportement.

Etude du rapport : $\frac{\text{Matières sèches}}{\Delta \text{ cryoscopique}}$

En établissant sur un même graphique, et à échelle convenable, la variation dans le temps des deux éléments : teneur en Matières sèches et Δ cryoscopique,

nous avons été frappé du fait que les 2 courbes étaient assez rapprochées pour les variétés résistantes comme : *Alsace 22, Moutot à Epi rouge, Siegerlander*, etc..., alors qu'elles s'écartaient assez sensiblement pour *Vilmorin 27* et *Vilmorin 23*.

Pour établir une représentation chiffrée de cette impression, nous avons été amené à calculer le rapport des deux éléments considérés et à étudier ses relations avec la résistance au froid. Les résultats sont rassemblés dans le tableau V et leur examen conduit aux conclusions suivantes :

TABLEAU V

Variation du rapport : $\frac{\textit{Matières sèches}}{\Delta\ \textit{cryoscopique}}$

Variétés	Moyenne 1935-36-37 7 déterminations	Prélèvement du 8/1/37
Minhardi	14,4 ± 0,57	16 type aberrant
Alsace 22	13,7 ± 0,39	13,8
Moutot à épi rouge	14,4 ± 0,47	14,6
Siegerlander	14,4 ± 0,41	14,9
Préparateur Etienne	14,9 ± 0,45	16,4
Vilmorin 27	15,7 ± 0,42	16,7
Vilmorin 23	15,6 ± 0,52	17,3
Pusa 4	15,3 ± 0,47	14,4 type aberrant

Les valeurs moyennes du rapport $\frac{\text{M. S.}}{\Delta}$ augmentent régulièrement quand on passe des variétés résistantes aux variétés sensibles au froid : *Minhardi* et *Pusa 4*, situées aux deux extrémités de l'échelle de résistance et dont nous avons vu précédemment le comportement spécial, font exception à la règle.

Toutefois, bien que les erreurs soient assez faibles (± 0,45 soit 3 % environ), les écarts entre variétés ne sont pas suffisants pour être tous significatifs. Il faut admettre après calcul, compte tenu des erreurs, un seuil de signification de 1,9 ce qui rend tout juste valable la différence observée entre *Alsace 22* et *Vilmorin 23*, variétés situées aux deux extrémités de l'échelle.

Cependant si on examine le prélèvement n° 3 (8-1-1937), caractérisé par les Δ les plus bas, on constate une corrélation parfaite entre le rapport $\frac{\text{M. S.}}{\Delta}$ et la résistance au froid, les 2 variétés *Minhardi* et *Pusa*, toujours mises à part.

Il semble donc qu'on soit en droit d'attacher une certaine valeur à ce rapport, la concordance des 2 séries de chiffres figurant au tableau V ne pouvant être l'effet du hasard.

Quelle interprétation peut-on donner de ce phénomène ? La valeur $\frac{\text{M. S.}}{\Delta}$ exprime, en fait, le rapport de la Matière sèche totale à une mesure des substances solubles. Il est normal d'envisager qu'une augmentation de la proportion

de ces substances solubles accroisse le Δ cryoscopique et par suite, diminue la valeur du rapport $\frac{M.\ S.}{\Delta}$ Il est plus difficile d'expliquer pour quelle raison la concordance se trouve être la meilleure quand le Δ est minimum. Peut-être la durée, relativement longue, de 15 jours qui a précédé le 3e prélèvement entre-t-elle en ligne de compte.

Quoi qu'il en soit, la mesure du rapport $\frac{M.\ S.}{\Delta}$ ne saurait être considérée comme une méthode d'appréciation de la résistance au froid étant donné l'insuffisance de sa précision.

B — RÉSISTANCE AU FROID ET PHÉNOMÈNES DE CROISSANCE

Chaque variété de blé possède un rythme de croissance qui lui est propre, et qui dépend de l'importance de l'appareil végétatif, de l'aptitude au tallage et du système radiculaire. Toutefois, nous avons fréquemment observé, au cours de nos essais préliminaires, que certaines variétés résistantes au froid, avaient une croissance plus lente que des variétés sensibles lorsque la température était peu supérieure au zéro de végétation.

D'autre part, plusieurs auteurs, ayant étudié l'action des divers éléments nutritifs, N, P_2O_5, K_2O, etc..., sur la résistance au froid, en particulier A. F. Wilhelm (36), ont montré que N, élément essentiel de croissance diminuait la résistance au froid. Harvey (12) également, indique que tout ce qui ralentit la croissance accroît cette résistance. Nous avons vu, également l'opinion concordante de J. Laurent à cet égard.

Ces données nous ont amené à étudier la croissance comparée à basse température de nos 8 variétés, afin d'examiner si un ralentissement de la végétation était corrélatif de la résistance.

Méthode de travail. — La croissance a été appréciée principalement par la mesure de l'allongement d'une feuille soigneusement repérée ; en outre, l'étude des plantes récoltées à chacun des prélèvements destinés à la détermination du Δ cryoscopique, nous a permis de recueillir des données supplémentaires sur les variations du poids vert et du poids sec.

Croissance des feuilles. — Nous avons choisi, par variété, dans nos semis effectués en pleine terre, 10 plantes normales au stade « 3 feuilles ». La longueur du limbe de la 2e feuille de chacune d'elles a été mesurée, à des intervalles de durée variable, suivant la température extérieure.

Les essais se sont poursuivis du 8 décembre 1936 au 23 janvier 1937. Pendant cette période de 46 jours, la température moyenne journalière n'a dépassé 5° que pendant 14 jours et est restée inférieure à 0° pendant 9 jours sans dégâts de froid (minimum absolu sous abri — 3°3). Ces conditions sont extrêmement favorables à une croissance ralentie.

Les résultats obtenus, exprimés en valeur absolue, sont rassemblés dans le tableau VI. Ils résument la croissance moyenne journalière relative à chacune des périodes considérées et la moyenne générale des 46 jours d'observation (36 jours seulement pour 3 variétés).

TABLEAU VI

Croissance journalière de la 2e feuille en millimètres (1936-37)

Variétés	Périodes				Moyenne	Observations
	1 8/12-18/12	2 18/12-26/12	2 26/12-31/12	4 31/12-23/1		
Minhardi	1,54	1,28	0,6	0,32	0,78	sur 46 jours
Alsace 22	2,24	1,91	1,31	0,29	1,11	»
Moutot à épi rouge	2,07	1,28	1,48	0,22	0,94	»
Siegerlander	2,39	1,92	1,28	0,30	1,14	»
Préparateur Etienne	»	2,18	1,64	0,36	0,92	36 jours (1)
Vilmorin 27	»	2,15	1,98	1,23	1,54	» (1)
Vilmorin 23	»	2,28	1,85	1,37	1,64	» (1)
Pusa 4	3,15	2,91	1,83	1,22	2	46 jours
Température moyenne de chaque période :	*2°,36*	*3°,90*	*2°,93*	*4°,68*		

(1) Les mesures n'ont pu être effectuées pendant la 1re période en raison du développement insuffisant de la 2e feuille.

Ils permettent de voir que, quelle que soit la période considérée, l'allongement moyen journalier de la 2e feuille est toujours plus faible chez les variétés résistantes que chez les sensibles ; il en va de même pour la moyenne. Le parallélisme entre ces chiffres et le classement des variétés sans être d'une rigueur absolue reste satisfaisant.

Cette observation peut être rapprochée de celle de WORZELLA (37) signalant que chez les variétés sensibles au froid la croissance terminale des racines est plus rapide au début de l'hiver que chez les résistantes.

Mais on peut faire à notre mode d'appréciation de la croissance plusieurs objections, dont la plus importante est qu'il ne tient pas compte de la longueur propre de la feuille qui est souvent une caractéristique variétale.

D'autre part, le rythme de l'allongement d'une feuille est variable en fonction du temps. Nous nous sommes efforcés d'éviter cette dernière objection en choisissant autant que possible, pour chaque variété des plantes au même stade de développement. Quant à la première, il nous a paru bon, pour y répondre d'exprimer les résultats du tableau VI sous une autre forme qui tienne compte de la longueur de la feuille au début de chaque période de mesure. Pour cela, l'allongement moyen journalier est donné en fonction de la longueur de la feuille au début de chacune de ces périodes.

Les résultats se présentent alors comme suit : (tableau VII)

TABLEAU VII

Accroissement moyen journalier % de la longueur de la feuille prise au début de chaque période

Variétés	1 8/12-18/12	2 18/12-26/12	3 26/12-31/12	4 31/12-23/1	Accroissement total % de la longueur à l'origine périodes 2-3-4
Minhardi	5,30	2,88	1,06	0,55	46,5
Alsace 22	5,70	3,08	2,48	0,35	46,1
Moutot à épi rouge	4,53	1,93	1,93	0,26	34,8
Siegerlander	5,26	2,77	1,51	0,33	41,4
Préparateur Etienne	—	3,98	2,27	0,45	67,0
Vilmorin 27	—	5,57	3,54	1,97	57,6
Vilmorin 23	—	6,40	3,43	2,17	56,1
Pusa 4	8,36	4,21	1,98	1,20	87,5

Ce nouveau mode d'expression des résultats ne modifie pas sensiblement les conclusions exposées précédemment, à savoir que la croissance des 4 premières variétés est nettement plus faible que celle des 4 dernières sans qu'il y ait encore un parallélisme rigoureux entre les chiffres et le classement des variétés d'après leur résistance au froid.

Signalons, toutefois, que la variété de printemps *Pusa 4* qui avait déjà présenté quelques anomalies aux 3e et 4e périodes du tableau VI, montre ici, d'une façon beaucoup plus nette, un ralentissement de croissance au cours de ces 2 périodes. Il semble que cette variété ait eu, dans les conditions de l'expérience, un allongement rapide au début et très lent ensuite. Peut-être certains blés de printemps ont-ils un zéro de végétation plus élevé que les blés d'hiver ? C'est ce que des recherches d'un autre ordre (6) nous permettent de supposer.

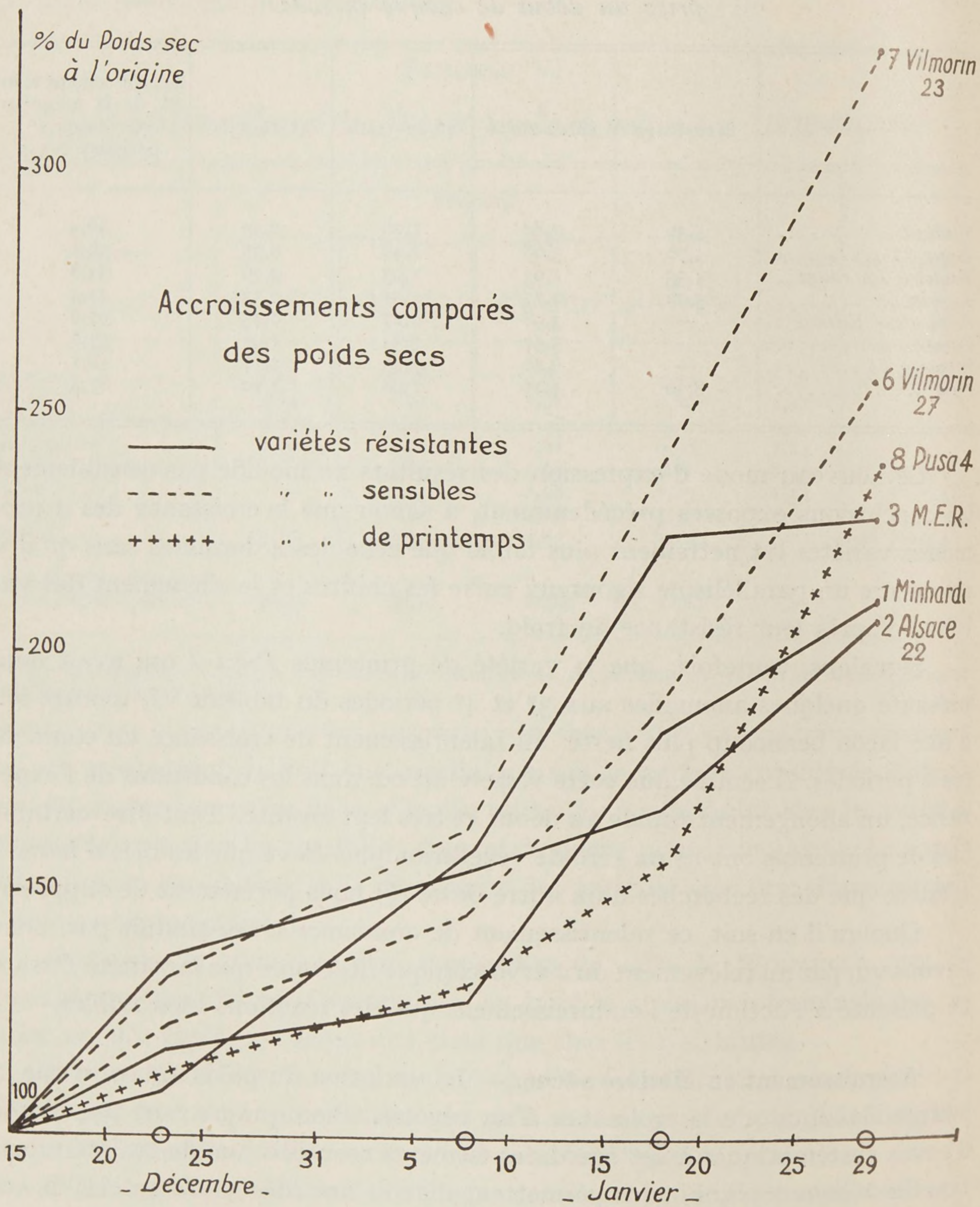
Quoiqu'il en soit, ce ralentissement de croissance ne se traduit pas, nous l'avons vu, par un relèvement du Δ cryoscopique ; il semble que la variété *Pusa 4* ne présente à l'action de l'endurcissement que des réactions bien faibles.

Accroissement en Matière sèche. — La variation du poids sec constitue la mesure classique de la croissance d'un végétal. Bien que n'ayant pas réalisé d'essais systématiques à cet égard, les éléments recueillis lors de la détermination du Δ cryoscopique, nous permettent d'avoir une idée assez précise de cet accroissement.

Les semis ayant été effectués dans un sol très homogène et chaque échantillonnage portant au moins sur 50 plantes, les chiffres recueillis ont une valeur satisfaisante. Rappelons qu'ils se rapportent uniquement à l'appareil foliacé, racines et grain étant éliminés avant la pesée.

Signalons, en outre, que les dates d'échantillonnage suivent, à quelques jours, celles des mesures d'accroissement foliaire dont il vient d'être question. Les conditions des 2 expériences sont donc rigoureusement comparables.

Dans le but de limiter la quantité des données numériques, nous avons représenté sous forme graphique l'accroissement de la Matière sèche pour 6 variétés (graphique II) en l'exprimant en % du poids initial.



GRAPHIQUE II

Accroissement comparé du poids sec en fonction du temps pour diverses variétés.

Si les courbes se recoupent fréquemment au cours des premiers prélèvements, on constate que sur l'ensemble de la période d'observation, l'accroissement total en Matières sèches est d'autant plus faible que la variété est plus résistante au froid.

Une exception doit être faite pour *Siegerlander* qui se place parmi les

variétés sensibles ; cette anomalie peut s'expliquer par le fait que cette variété présente sur les autres une avance importante de tallage et qu'on mesure ainsi pour chaque plante, l'accroissement de 2 ou 3 tiges au lieu d'une.

En ce qui concerne la variété de printemps *Pusa 4* (courbe 8), on observe également une croissance réduite qui concorde parfaitement avec les résultats des dernières mesures d'allongement foliaire signalés plus haut ; la position de cette courbe s'explique également par le fait que la teneur en matières sèches de cette variété est nettement plus faible que celle de toutes les autres.

CONCLUSION A L'ÉTUDE DES CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

L'étude de la variation, en fonction des conditions extérieures, du Δ cryoscopique d'une série de 8 variétés de blé de résistance au froid décroissante nous conduit aux conclusions suivantes :

1° Les variétés résistantes ont une pression osmotique plus élevée que les variétés sensibles sans qu'il existe toutefois, une corrélation étroite rigoureuse entre les deux phénomènes, comme cela a été indiqué par plusieurs auteurs.

Au sommet de l'échelle de résistance la variété *Minhardi* est caractérisée par une concentration cellulaire élevée mais très fluctuante, suivant de près les variations de la température. A l'autre extrémité de la série *Pusa 4*, variété très sensible ne réagit, au contraire, que très faiblement à ces variations.

Si l'on s'en tient à la théorie de LEVITT on peut donc, dès à présent, supposer que la plante acquiert la résistance au froid selon deux modes différents :

a) Grâce au processus d'endurcissement aboutissant à une élévation plus ou moins marquée du Δ cryoscopique. Cela paraît être le fait dominant chez les 6 variétés du milieu de notre échelle de résistance.

b) En raison d'une perméabilité spéciale du protoplasme, particulièrement marquée chez *Minhardi* dont la concentration cellulaire quoique toujours élevée fluctue très largement en fonction des conditions extérieures. Cette perméabilité se trouve réduite au minimum chez le blé de printemps *Pusa* dont les réactions sont très faibles.

2° Ces faits semblent corroborés par l'étude du rapport $\frac{\text{Matières sèches}}{\Delta \text{ cryoscopique}}$ qui exprime dans une certaine mesure la part prise par la fraction soluble dans la matière sèche totale. Ce rapport est, en gros, corrélatif de la résistance au froid pour les 6 variétés du milieu de l'échelle de sensibilité chez lesquelles le phénomène d'endurcissement joue certainement un rôle essentiel. Au contraire ce rapport reste anormal (inversé) pour *Minhardi* et *Pusa* ou l'endurcissement intervient peu (*Pusa*) ou d'une manière accessoire (*Minhardi*).

3° La mesure, par deux méthodes différentes, de la croissance relative des

8 variétés nous montre que sous l'influence d'un abaissement de température les variétés résistantes au froid manifestent un ralentissement très net de l'allongement foliaire et de l'accroissement en poids sec. Cette réduction de la vie végétative et des échanges s'explique-t-elle ou s'extériorise-t-elle par certains caractères morphologiques ? C'est ce que nous nous proposons d'étudier dans la troisième partie de ce travail.

TROISIÈME PARTIE

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES ET RÉSISTANCE AU FROID

GÉNÉRALITÉS

On s'est efforcé depuis longtemps de rechercher des caractères morphologiques faciles à apprécier, qui fussent en corrélation étroite avec la résistance au froid.

Un certain nombre d'entre eux, tels que « port étalé » de la plante, présence d'anthocyanes etc..., se sont trouvés rapidement écartés comme étant sans valeur. D'autres ont fait l'objet d'études plus poussées qui ont abouti à des résultats intéressants.

La *profondeur d'enfouissement du nœud de tallage* dont la variation a été étudiée par R. Friedberg (8) et Tavcar (29) conduit à une bonne corrélation mais présente des exceptions remarquables, certaines variétés sensibles au froid ayant leur nœud de tallage très près du grain. On sait, d'autre part, que, pour une même variété, la situation de ce nœud est fonction de la profondeur du semis et de l'intensité lumineuse (R. Friedberg). R. B. Webb (34) a montré également qu'en année froide le nœud de tallage se constituait plus profondément ; nous avons constaté les mêmes faits au cours des deux hivers 1946-47 et 1947-48, les nœuds étant très rapprochés du grain pendant le premier qui fut froid, alors qu'ils s'écartaient sensiblement durant le second, relativement doux.

Il résulte de ces multiples faits que ce caractère ne peut être utilisé comme base d'une méthode d'appréciation de la résistance ; il n'est en partie, que la conséquence de certains processus physiologiques de croissance.

La *présence de talles de coléoptile* a été, également, mise en avant. Nous avons vu (p. 268) qu'il s'agissait bien d'un caractère variétal, mais sans aucune corrélation avec la résistance.

La *dimension des cellules* de l'épiderme ou du parenchyme foliaire ainsi que le *nombre des stomates* sont des caractères dont l'utilisation a été envisagée dans les études relatives à la résistance à la sécheresse (Zalensky, Maximov, Heuser, Draghetti). Dès 1906, Wiegand (35) opérant sur de nombreuses espèces d'arbres avait trouvé une bonne corrélation entre la résistance au froid et la dimension réduite des cellules. Ces résultats furent confirmés par Rosa (25), mais Barulina (2), à peu près à la même époque, arrive à des résultats opposés chez le blé. Une confirmation définitive des faits semble avoir été apportée en 1936 par Levitt et Scarth (16) qui démontrent une fois de plus la corrélation sur diverses plantes, mais concluent que l'inverse n'est pas forcément vrai, c'est-à-dire qu'une plante à grandes cellules n'est pas forcément sensible au froid.

En France, en 1931, DUCOMET et FLECKINGER (7) commencèrent des recherches dans ce sens et montrèrent, également, que quelques variétés résistantes au froid avaient des cellules très petites.

Il ne semble donc pas qu'une étude systématique ait jamais été réalisée sur une série complète de variétés de blés, en particulier pour ce qui concerne le nombre des stomates.

Les caractères relatifs à la dimension des cellules et au nombre des stomates sont cependant d'une utilisation séduisante *a priori*. C'est par les stomates que se réalisent en grande partie les échanges extérieurs et GOVOROV (10) a montré qu'aux basses températures les variétés résistantes au froid, ont une intensité respiratoire plus faible que les sensibles, ce qui milite en faveur du rôle des stomates. De même, lorsque les cellules sont très petites on peut supposer que les échanges intérieurs se trouvent freinés par la multiplicité des membranes cellulaires.

Nous retiendrons donc ce caractère parmi ceux qui méritent d'être étudiés.

Le *système radiculaire* peut, lui aussi, intervenir sur la vitesse de croissance et agir sur la résistance au froid.

Plusieurs auteurs ont réalisé des travaux concernant cette liaison ; nous nous proposons d'en faire le point à propos de l'étude particulière que nous avons entreprise sur cette question.

A. — DIMENSION DES CELLULES ET DENSITÉ DES STOMATES DANS LEURS RAPPORTS AVEC LA RÉSISTANCE AU FROID

Technique. — Toute détermination relative au nombre des stomates et à la dimension des cellules doit être entourée d'un certain nombre de précautions destinées à écarter les causes d'erreurs. Les plantes en essai doivent être placées dans des conditions comparables, tout accroissement de l'humidité du sol et de la profondeur du semis entraînant, en effet, une élongation de la feuille et une réduction du nombre des stomates par unité de surface. Il faut tenir compte, également, du fait que le nombre des stomates s'accroît avec la hauteur de la feuille sur la plante et, sur une même feuille, de la base vers la pointe (MILLER (20)).

Toutes ces variations, s'ajoutant à la fluctuation intrinsèque du caractère, nécessitent l'emploi d'un matériel soigneusement choisi et assez abondant.

Pour chacune des 8 variétés en essai, les déterminations ont été faites sur la 2e feuille, à raison de 10 plantes par variété.

Les comptages ont été effectués à l'extrémité du tiers inférieur de la feuille de part et d'autre de la nervure médiane, à raison d'au moins 2 comptages par feuille.

Ceux-ci n'ont été réalisés que sur l'épiderme supérieur, la répartition des stomates sur l'épiderme inférieur étant très irrégulière chez le blé et les comp-

tages aboutissant à des moyennes affectées d'erreurs importantes. Leur densité y est d'ailleurs 3 fois plus faible, environ, que dans l'épiderme supérieur et les écarts entre variétés sont à peu près du même ordre.

Signalons également que ces déterminations ayant été faites sur des feuilles prélevées avant le 15 décembre 1946, c'est-à-dire avant le déclenchement de la période froide, on ne peut faire intervenir les phénomènes d'endurcissement pour expliquer la variation des caractères morphologiques observés.

Après calcul des moyennes et détermination des erreurs expérimentales, tous les chiffres ont été rapportés à l'unité de surface (m/m²) et rassemblés dans le tableau VIII. Nous y avons fait figurer, également, le rapport

$$I = \frac{\text{(S) Stomates}}{\text{(T) Nbre total de cellules}} \times 100 \text{ ou Indice de Salisbury.}$$

TABLEAU VIII

Classement des variétés d'après le nombre des stomates à l'unité de surface et la densité cellulaire au m/m²
(épiderme supérieur)

Variétés	Place dans l'échelle de résistance	Stomates (S)	Nombre total (T) de cellules	Indice $\frac{S}{T} \times 100$
Minhardi	(1)	59,1 ± 1,1	299,5 ± 6,2	19,7
Alsace 22	(2)	55,1 ± 1,2	282 ± 5,5	19,5
Siegerlander	(4)	53,3 ± 1,2	253 ± 3,8	21
Vilmorin 27	(6)	51,4 ± 1,4	247 ± 3,4	20,8
Moutot à épi rouge ...	(3)	47,9 ± 1,4	229,5 ± 4,9	20,8
Préparateur Etienne ..	(5)	46,5 ± 1	230,2 ± 3,4	20,2
Pusa 4	(8)	44,7 ± 1,6	214,5 ± 4,4	20,8
Vilmorin 23	(7)	42,7 ± 1	208,5 ± 3,5	20,4

Discussion des résultats. — Nous voyons immédiatement qu'il n'y a pas corrélation parfaite entre résistance au froid d'une part et nombre de stomates ou dimension des cellules d'autre part. Nous retrouvons cette corrélation aux deux extrémités de l'échelle, mais l'ordre des variétés intermédiaires est plus ou moins bouleversé. Ce classement est, d'ailleurs, assez illusoire, car étant donné la valeur moyenne des erreurs, environ 2,5 % (ce qui est d'ailleurs très satisfaisant), les écarts entre variétés doivent atteindre environ :

5,1 pour le nombre de stomates, et 18,5 pour le nombre de cellules, pour être significatifs.

On est donc conduit à constituer des groupes de variétés entre lesquelles les écarts ne sont pas significatifs :

1 : *Minhardi, Alsace 22.*

2 : *Alsace 22, Siegerlander, Vilmorin 27.*

3 : *Vilmorin 27, Moutôt à épi rouge, Préparateur Etienne.*

4 : *Moutôt à épi rouge, Préparateur Etienne, Pusa 4.*

5 : *Préparateur Etienne, Pusa 4, Vilmorin 23.*

On obtiendrait des classements du même ordre en ce qui concerne la dimension des cellules, exprimée par leur nombre au mm^2 de surface.

On constate donc, en fait, que ces diverses mesures arrivent à *caractériser seulement les variétés très résistantes*, et, souvent, les très sensibles. Parmi les variétés intermédiaires il en existe, dans les groupes signalés plus haut, qui présentent, entre elles, des différences de résistance très importantes (*Vilmorin 27* et *Siegerlander* par exemple).

Nous aboutissons donc, ici, à des conclusions analogues à celles qui résultent d'études précédentes, en particulier celle du Δ cryoscopique, à savoir une bonne caractérisation des extrêmes.

Il est intéressant toutefois, de relever certaines relations entre les anomalies observées dans les deux cas :

Vilmorin 27, dont les Δ sont fréquemment plus élevés qu'ils devraient être, eu égard à la place de cette variété dans l'échelle de résistance, possède également un nombre de stomates et une densité cellulaire supérieurs à celles des variétés qui l'encadrent.

Préparateur Etienne dont les Δ sont souvent anormalement bas présente aussi dans le tableau VIII (Stomates et densité cellulaire) des chiffres qui l'abaissent dans l'échelle de résistance. Il y a lieu de noter d'ailleurs que LAROSE et VANDERWALLE (13) considèrent cette variété comme plus sensible au froid que *Vilmorin 27*.

Malgré l'absence d'une corrélation rigoureuse entre la résistance au froid d'une part, la dimension des cellules et le nombre de stomates d'autre part ; il semble bien que ces deux caractéristiques morphologiques, qui interviennent sur la vitesse des échanges externes et internes, aient d'importantes répercussions sur la résistance au froid.

Un grand nombre de stomates à l'unité de surface peut accélérer les échanges avec le milieu extérieur et favoriser les phénomènes d'endurcissement ; une densité cellulaire élevée, freinant les échanges internes permet une accumulation plus rapide, à l'intérieur de la cellule, des matériaux résultant de la photosynthèse et élève la pression osmotique.

Par ailleurs, la dimension des cellules constitue, nous le savons, un caractère variétal précis. Des études de TAVCAR (30) effectuées sur le pois, montrent que ce caractère est conditionné par 3 facteurs génétiques. S'il possède chez le blé un comportement de même genre, ce seul fait suffirait à expliquer, en partie, la complexité du problème de l'hérédité du caractère « Résistance au froid ».

Le dernier élément que nous avons, jusqu'à présent, passé sous silence est le rapport $I = \frac{S}{T \times 100}$ ou *indice de Salisbury*. Les chiffres rapportés au tableau VIII montrent que, loin de constituer une caractéristique variétale, cet indice est à peu près constant, sauf chez les 2 variétés les plus résistantes au froid

Minhardi et *Alsace 22* où il paraît un peu faible, ce qui indique une réduction du nombre de stomates par rapport à l'ensemble des cellules épidermiques. Cette exception mise à part, on peut dire que dans les conditions de l'expérience, l'indice de Salisbury est sensiblement constant chez le blé. Cette constatation, sans rapport avec la résistance au froid méritait, cependant d'être signalée.

B. — LE SYSTÈME RADICULAIRE DANS SES RAPPORTS AVEC LA RÉSISTANCE AU FROID

Le système radiculaire intervenant chez le blé, dès les premiers stades du développement, dans l'alimentation de la plante, il semble évident *a priori* qu'il puisse avoir une action plus ou moins marquée sur le comportement à l'égard du froid. Il est bon d'avoir toujours présent à la mémoire, le fait que tout ralentissement de croissance accroît la capacité de résistance et les racines peuvent jouer un rôle dans ce sens.

Worzella (37) en 1932, a montré que, chez le blé, les variétés sensibles au gel ont un système radiculaire primaire plus traçant et plus superficiel que les résistantes, ces travaux ont été confirmés ultérieurement par R. B. Webb (34).

En 1933, Salmon (27) s'attache, le premier, à la recherche des rapports d'équilibre entre racines et feuilles et établit certaines corrélations entre la résistance au froid et le rapport de la longueur des racines à la surface foliaire. Larose et Wanderwalle (13) enfin, ont fait ressortir l'importance de la présence des premières racines secondaires de coléoptile dans l'apparition de la résistance.

Le système radiculaire primaire, composé des racines séminales, est réputé souvent comme n'ayant qu'un rôle transitoire dans l'alimentation de la plante, les racines secondaires de tallage réalisant rapidement, à elles seules, cette fonction essentielle.

Todaro (32) a ruiné cette hypothèse en montrant que le système primaire persistait pendant toute la vie de la plante et restait fonctionnel. De toutes façons, dans les premiers stades de végétation et jusqu'à l'apparition des talles, il doit suffire seul à alimenter la plante et mérite, de ce fait, une étude particulière.

Il semble bien, cependant, que l'affirmation de Todaro ne soit pas rigoureusement exacte dans tous les cas, en particulier après une action assez marquée du froid. En effet, nous avons pu effectuer, en 1931-32, un certain nombre d'observations préliminaires qu'il est bon de rappeler, car elles ont, dans une certaine mesure, orienté nos recherches ultérieures.

Observations préliminaires sur le système radiculaire

A l'issu de l'hiver 1931-32 qui fut rigoureux à Versailles, nous avons pu utiliser un certain nombre de nos semis effectués en caisses pour expérimenta-

tion au frigorifique, afin d'examiner l'état du système radiculaire après les froids (9 avril 1932). Les observations ont porté sur 6 variétés, classées dans le tableau IX dans l'ordre de résistance au froid décroissante.

TABLEAU IX

Variétés	Stade végétatif	Racines primaires	Racines secondaires	Observations
Minhardi	5 feuilles 2 talles	3 à 4 de 25 à 30 cm de long très ramifiées	1 à 2 très courte	
Alsace 22	»	3 à 5 de 25 à 30 cm de long peu ramifiées	1 à 2 développée	
Vuitebœuf	»	3 de 15 à 20 cm non ramifiées	2 développées	
Hâtif de Saône ...	»	3 faibles	3 (20 cm de long)	
Goldendrop	4 feuilles 1 talle	3 très réduites	2 à 3 faibles	touché par le froid
Rouge de Bordeaux	2 feuilles	en voie de disparition	0	décollement gangréneux

Ces observations fragmentaires nous ont permis, à cette époque de faire deux constatations intéressantes :

1° Le système radiculaire primaire persiste d'autant mieux et conserve longtemps un rôle d'autant plus important que la variété est plus résistante au froid. Ce phénomène est net lorsque l'action du gel a été très marquée. Il n'est sûrement pas sans rapport avec l'absence de lésion du rhizome que l'on observe fréquemment chez les variétés sensibles (décollement gangréneux de Crépin).

2° A une extension importante du système radiculaire primaire correspond un retard dans le développement du système radiculaire secondaire. Nous aurons l'occasion de revenir un peu plus loin, avec plus de détails, sur cette question.

Ajoutons, enfin, que les variétés touchées par le froid (*Goldendrop*) ont leur croissance fortement ralentie, quand elles ne sont pas tuées au stade 2 feuilles (*Rouge de Bordeaux*).

Signalons, pour terminer, qu'un nouvel arrachage effectué environ trois semaines après le précédent (27 avril) confirme ces observations et montre en outre, que les variétés *Minhardi* et *Alsace* ont continué à accroître leur système radiculaire primaire, parallèlement au système secondaire qui présente toujours un certain retard dans son développement.

Il résulte donc de ces premières observations que le système radiculaire primaire reflète dans une certaine mesure les réactions des différentes variétés à l'égard du froid et conserve la plupart du temps, un rôle essentiel dans l'alimentation de la plante, tout au moins pendant le développement hivernal.

1° Système radiculaire primaire. Nombre de racines

La première idée qui se présente à l'esprit est de voir, si au cours de la germination, des différences se manifestent déjà entre les systèmes radiculaires des différentes variétés.

Dès 1935, nous avons vérifié, au cours d'essais de germination précis, effectués à l'étuve à 26-28°, si de telles différences existaient. Les semences ayant toutes été récoltées à Versailles, dans des conditions comparables, le facteur « Origine » se trouvait éliminé.

Après un essai normal d'une durée de 8 jours, il n'a pas été permis de constater de différences notables sauf pour la variété *Préparateur Étienne*, qui présente, en général, au moins 6 racines primaires, alors que toutes les autres n'en montrent que 5 (racine principale + 2 paires de racines latérales). Cette anomalie tient au développement, à peu près constant chez cette variété, de 1 ou 2 racines d'épiblaste.

Mais si, abandonnant les conditions un peu anormales de l'étuve à germination, nous examinons le développement de système radiculaire en pleine terre, nous voyons qu'il est loin de présenter une telle régularité.

Au cours des essais relatifs au présent travail, nous avons eu l'occasion de déterminer à plusieurs reprises, sur des nombres élevés de plantes (30 à 50 par variété en général), le nombre de racines primaires. Nous avons rassemblé, dans le tableau X, les résultats obtenus au cours de 3 années différentes et à des époques variables ce qui nous permet de formuler, avec certitude, les conclusions suivantes :

TABLEAU X

Nombre des Racines primaires

Variétés	18/12/1935		20/3/1947		17/1/1948	
	Nombre	Classement des variétés (1)	Nombre	Classement des variétés (1)	Nombre	Classement des variétés (1)
Minhardi	3,1	8	3,3	8	3,7	8
Alsace 22	5,7	2	5,1	5	5,5	3
Moutot à épi rouge	4,5	5	4,7	7	4,9	6
Siegerlander	4,8	4	5,2	4	5,2	4
Préparateur Etienne	6,0	1	6,5	1	5,9	1
Vilmorin 27	4,2	6	5,3	3	5,1	5
Vilmorin 23	3,4	7	5	6	4,7	7
Pusa 4	5,3	3	6,4	2	5,6	2

(1) Dans chaque observation, les variétés sont classées d'après leur nombre décroissant de racines.

a) L'anomalie observée à la germination pour la variété *Préparateur Etienne* se retrouve dans les conditions normales de culture. Le nombre de ses racines primaires est toujours égal ou supérieur à 6.

b) Si la plupart des variétés conservent un nombre de racines primaires voisin de 5 on observe, de suite, que *Minhardi* prend un comportement nettement différent et ne développe plus que 3 à 4 racines primaires, alors que le blé de printemps *Pusa 4* et, dans une certaine mesure la variété *Alsace 22* en ont toujours régulièrement plus de 5.

c) On constate, également, que le classement des différentes variétés d'après le nombre de leurs racines primaires reste sensiblement le même, quelles que soient l'année et l'époque de la détermination. Cette constatation se vérifie rigoureusement pour les extrêmes : *Préparateur Etienne, Pusa 4, Minhardi*, et *Siegerlander*. On peut donc affirmer qu'il s'agit là d'un caractère variétal, à peu près indépendant des conditions extérieures, qui ont été très différentes au cours des 3 années d'observation.

Il apparaît nettement que le nombre des racines primaires ne présente aucune corrélation avec la résistance au froid ; mais il n'est pas exclus de penser qu'à un système radiculaire faible corresponde, toutes choses égales par ailleurs, une croissance ralentie ce qui, nous le savons, favorise l'accroissement de la résistance.

On pourrait nous objecter que le développement de système radiculaire dépend, dans une large mesure de l'activité foliaire. Il suffit de nous reporter aux résultats précédemment obtenus à cet égard (*Recherches sur la croissance*, pages 279 et suiv.) pour voir qu'il n'existe aucun rapport entre ces deux activités de la plante, sauf pour la variété *Minhardi*.

Nous verrons plus loin qu'il n'en est pas de même pour le système radiculaire secondaire (racines de tallage).

Il nous a paru nécessaire, toutefois, d'étudier les rapports existant entre le système radiculaire et l'appareil foliacé, afin de rechercher s'il était possible de trouver là, une explication supplémentaire aux phénomènes de résistance au froid.

2° Rapports entre système radiculaire et appareil foliacé

Les recherches quantitatives sur le système radiculaire sont forcément très délicates du fait des difficultés rencontrées pour se procurer un matériel suffisamment abondant et atténuer l'effet des fluctuations individuelles. Toutefois, lorsqu'il s'agit d'études portant sur les premiers stades du développement ces difficultés ne sont pas insurmontables.

Pour apprécier les rapports $\frac{\text{Racines}}{\text{Feuilles}}$ nous avons pris pour critérium le poids de ces deux éléments, déterminé après dessiccation prolongée à l'air. Peut-être eût-il été préférable de calculer la longueur totale où la surface d'absorption des racines, mais on se heurtait à des difficultés pratiques considérables en raison du nombre important des plantes à examiner.

a) *Matériel et méthode de travail.* — Les plantes analysées sont obtenues par des semis effectués, grain à grain, à 5 cm d'écartement dans des caissettes de bois remplies d'un mélange homogène de sable et de terreau et ayant pour dimensions intérieures 50 × 10 × 40 cm. Un panneau latéral de la caisse est amovible et permet après son enlèvement la séparation des racines de la terre sous l'action d'un jet d'eau. Chaque variété est représentée à raison de 5 plantes par caisse, dans 4 caissettes séparées, de manière à éliminer l'influence éven-

tuelle de l'hétérogénéité du sol, ce qui nous donne un peu moins de 20 plantes utilisables par variété en raison des éliminations accidentelles.

L'arrachage des plantes a été effectué en 2 séries successives au printemps 1947, les 8 variétés figurent pour un nombre à peu près égal de plantes dans chaque série. La végétation est au stade 3 à 4 feuilles avec présence assez fréquente d'une première talle ; le système radiculaire secondaire est très réduit et n'a pas été pesé séparément.

Après récolte, les plantes sont étalées, séchées à l'air, les racines et l'appareil foliacé pesés à part après élimination du grain.

b) *Résultats obtenus* (tableau XI).

TABLEAU XI

Rapports entre Système radiculaire et Appareil foliacé

Variétés	$\frac{\text{Poids racines}}{\text{Poids total plante}} \times 100$			$\frac{\text{Poids feuilles}}{\text{Poids racines}} \times 100$		
	I	II	Différence II-I	I	II	Différence II-I
Minhardi	42,1 ± 1,81	44,8 ± 0,47	+	141 ± 10,05	123 ± 2,36	—
Alsace 22	46,9 ± 0,53	48,0 ± 0,44	+	114 ± 2,46	108 ± 2	—
Moutot à épi rouge	41,1 ± 0,75	45,6 ± 0,79	+	144 ± 4,82	120 ± 3,73	—
Siegerlander	41,4 ± 1,1	46,4 ± 0,67	+	148 ± 5,27	116 ± 3,01	—
Préparateur Etienne	38,2 ± 1,81	48,9 ± 0,46	+	165 ± 12,6	104 ± 1,9	—
Vilmorin 27	47,8 ± 0,67	47,3 ± 0,95	+	109 ± 2,94	113 ± 4,32	—
Vilmorin 23	47,7 ± 1,43	43,5 ± 0,30	+	111 ± 5,31	130 ± 1,56	—
Pusa 4	39,2 ± 0,72	45,9 ± 0,95	+	155 ± 4,69	119 ± 4,35	—

I. — 1ere série de plantes arrachées le 4 avril 1947 stade 3 à 4 feuilles avec rarement 1 talle.
II. — 2e 1érie de plantes arrachées le 14 avril 1947.

Nous observons, une fois de plus, l'absence de corrélation complète entre l'importance du système radiculaire (mesuré par les rapports $\frac{\text{Poids racines}}{\text{Poids total plante}}$ ou $\frac{\text{Poids feuilles}}{\text{Poids racines}}$) d'une part, et la résistance au froid d'autre part.

On remarque, toutefois, que les variétés résistantes ou subrésistantes ont un rapport $\frac{\text{Poids Racines}}{\text{Poids total}}$ plus faible que les sensibles (*Vilmorin 27* et *Vilmorin 23*) tout au moins immédiatement à la sortie de l'hiver (4 avril). La variété *Alsace 22* échappe à cette règle, ainsi que le blé de printemps *Pusa 4*.

Cette importance relativement plus faible des racines par rapport au poids total de la plante, ne peut se traduire que par un ralentissement de la croissance chez les variétés résistantes.

Mais dès que la température se relève et que la croissance reprend activement (échantillonnage du 14 avril) toutes ces différences s'atténuent et les

rapports étudiés prennent des valeurs sensiblement égales, compte tenu des erreurs expérimentales. Cette égalisation résulte d'une croissance foliaire plus rapide chez les variétés sensibles que chez les résistantes, phénomène auquel nous avons déjà assisté précédemment.

Dans l'ensemble, on peut donc dire que les études effectuées sur les racines, malgré leur imprécision, nous confirment que, chez certaines variétés, l'importance réduite du système radiculaire par rapport au poids total de la plante, peut intervenir indirectement pour ralentir la croissance et accroître la résistance au froid.

3° Développement du système radiculaire secondaire

Nos observations préliminaires effectuées au cours de l'hiver 1931-32 nous avaient révélé un comportement spécial des racines secondaires dont l'apparition se trouve retardée quand le système radiculaire primaire garde un rôle primordial.

Durant les deux dernières années de nos recherches, nous nous sommes efforcés de préciser ces observations en les réalisant, si possible, dans des conditions un peu différentes et en évitant l'action du froid. En effet, les réactions présentées en 1932 par le système radiculaire survenaient après un hiver rigoureux et on pouvait, *a priori*, supposer qu'elles avaient été engendrées sous l'influence des basses températures.

Les hivers 1946-47 et 47-48 dont l'un fut très froid et l'autre tempéré, nous ont permis d'élucider définitivement la question.

On admet, en règle générale, que l'apparition de chaque talle coïncide avec l'émission de 1 ou 2 racines secondaires au niveau du nœud de tallage. Les recherches systématiques entreprises sur les 8 variétés de l'échelle de résistance, nous ont montré que cette émission des racines secondaires se produisait avec d'autant plus de retard sur l'apparition des talles que la variété était plus résistante au froid.

La mise en évidence du phénomène nécessite un certain nombre de précautions : matériel suffisamment abondant, comparaison des variétés au même stade de végétation, et enfin, choix du moment le plus favorable à l'observation, qui varie suivant les conditions de la végétation et se situe en général à la sortie de l'hiver (février-mars à Rennes).

Il importe, en outre, de choisir un mode d'expression de phénomène. A cet égard, après quelques tâtonnements, nous avons adopté le rapport

$$\frac{\text{Nombre des racines secondaires}}{\text{Nombre talles}} \quad \frac{(R2)}{T}$$

En 1946, les déterminations ont été effectuées sur 10 plantes, chiffre qui s'est révélé nettement insuffisant et qui a été porté à 100 plantes environ, en 1947-48.

Pour chaque plante on détermine :

l'indice foliaire : nombre de feuilles de la tige principale,

le nombre de talles,

le nombre de racines primaires,

le nombre de racines secondaires.

Les résultats relatifs aux 2 années d'essai sont résumés dans les tableaux XII et XIII.

TABLEAU XII

Etude du Système radiculaire 1946-47 (20 mars 1947)

Variétés	Nombre de feuilles	Nombre de Talles (T)	Racines primaires	Racines second. (R2)	Rapport $\frac{R2}{T}$
Minhardi	5,3	2,8	3,3	2,8	1
Alsace 22	6,7	3,4	5,1	6	1,71
Moutot à épi rouge	6	3,1	4,7	4,4	1,42
Siergerlander	7,2	4,4	5,2	6,2	1,41
Préparateur Etienne	6,5	3,4	6,5	6,6	1,94
Vilmorin 27	6	3,3	5,3	6,7	2,03
Vilmorin 23	6	3,1	5	5,2	1,68
Pusa 4	5,8	2,4	6,4	6,7	2,79

TABLEAU XIII

Relation entre l'apparition du système radiculaire secondaire et la résistance au froid (9-2-1948)

Variétés	Nombre de feuilles (tiges principales)	Nombre de talles	Nombre de racines secondaires	Rapport $\frac{\text{Rac. second.}}{\text{Talles}}$ $\frac{R2}{T}$
Minhardi	5,83	3,02	1,50	*0,50*
Alsace 22	6,11	4,62	5,13	*1,11*
Moutot à épi rouge	5,48	2,52	3,05	*1,16*
Siegerlander	5,98	3,04	4,45	*1,22*
Préparateur Etienne	5,95	2,63	4,00	*1,52*
Vilmorin 27	5,50	2,82	3,92	*1,39*
Vilmorin 23	5,35	2,85	4,16	*1,45*
Pusa 4	5,61	2,59	5,67	*2,19*
	Comparaison de variétés au même stade de végétation (17-1-48)			
M. E. R.	4,00	1,11	0,50	*0,45*
Vilmorin 27	4,01	1,36	0,94	*0,69*
Vilmorin 23	4,00	1,62	1,20	*0,73*
Pusa 4	3,98	0,92	1,46	*1,59*

Les résultats de 1946-47, acquis après un hiver rigoureux, nous révèlent une assez bonne corrélation entre la résistance au froid et le retard dans l'apparition du système radiculaire secondaire. 2 variétés sont aberrantes : *Alsace 22* dont le rapport $\frac{R2}{T} = 1,71$ est trop élevé et *Vilmorin 23* qui atteint 1,68 chiffre anormalement bas.

Ces faits peuvent s'expliquer de la façon suivante : d'une part, l'action du froid a apporté des inégalités dans la croissance des différentes variétés qui se

trouvent au 20 mars 1947 à des stades de végétation assez différents comme l'indique le nombre de feuilles.

La variété *Alsace 22* possède la particularité de repartir très rapidement au printemps, et perd en même temps sa résistance au froid. Il s'ensuit une avance dans le développement du système radiculaire secondaire. Toutefois si on compare cette variété à *Préparateur Etienne* plus sensible au froid et qui se trouve au même stade de tallage (3,4) le rapport $\frac{R2}{T}$ de celle-ci, est supérieur à celui d'*Alsace 22*.

La variété *Vilmorin 23* au contraire, qui a souffert du froid, est caractérisée par une végétation assez lente, un tallage faible et par suite, par un rapport $\frac{R2}{T}$ un peu trop bas.

Toutes ces anomalies disparaissent au cours de l'hiver 1947-48 les arrachages de plantes ayant été effectués le 9 février, c'est-à-dire avant la période froide. Les chiffres rapportés au tableau XIII nous montrent que le rapport $\frac{R2}{T}$ augmente progressivement quand on passe des variétés résistantes aux sensibles au froid. Mais cette corrélation n'a pu être établie que parce que les différentes variétés se trouvaient à des stades végétatifs à peu près comparables comme l'indique d'une part le nombre de feuilles de la tige principale et, d'autre part, une première observation effectuée le 17 janvier.

Les faits étant bien précisés, il importe d'en rechercher une explication satisfaisante.

Les observations préliminaires de l'hiver 1931-32 nous avaient révélé, au cours d'arrachages successifs que les variétés résistantes au froid possédaient un système radiculaire primaire persistant, qui continuait à se ramifier au printemps. C'est, vraisemblablement, dans ce fait qu'il faut rechercher la cause des phénomènes que nous venons de rapporter concernant le retard dans l'apparition des racines secondaires.

Chez les variétés résistantes, la sève plus riche en glucides et en protides solubles permet une meilleure alimentation des racines embryonnaires et les maintient en activité. Par la suite, ces racines sont en état de subvenir, à elles seules, pendant un temps plus ou moins long, aux besoins de la plante, même si ceux-ci sont accrus par l'apparition des talles. C'est seulement lorsque le système radiculaire primaire devient insuffisant que se développent les initiales donnant naissance aux racines de tallage.

Il est donc possible, en choisissant soigneusement l'époque des observations (stade 3 talles en général) de préciser, avec une certaine rigueur, le degré de résistance au froid d'une variété par la mesure de l'importance relative des systèmes radiculaires primaire et secondaire, et en particulier par la détermination du rapport $\frac{R2}{T}$ $\frac{\text{(racines secondaires)}}{\text{talles}}$.

Pour obtenir des résultats satisfaisants, rappelons, en terminant, qu'il est indispensable d'opérer sur des variétés ayant subi l'épreuve de l'endurcissement sans avoir éprouvé les dégâts du froid. Ce sont là, d'ailleurs, les conditions normales, nécessaires à la manifestation totale de la capacité de résistance d'une variété.

CONCLUSIONS A L'ÉTUDE DES CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES

En abordant cette étude, nous nous étions proposé d'examiner d'une part, si certains caractères morphologiques ne permettraient pas d'expliquer le comportement physiologique des différentes variétés à l'égard du froid et, d'autre part, s'ils n'étaient pas susceptibles de traduire ce comportement d'une façon précise.

Nous pensons, dans cet ordre d'idées avoir mis en évidence plusieurs faits essentiels.

1° Les variétés très résistantes au froid ont de petites cellules et un nombre élevé de stomates par unité de surface ; les très sensibles ont de grandes cellules et des stomates moins nombreux.

2° Le nombre des racines embryonnaires est un caractère variétal sans rapport avec la résistance au froid mais qui peut, indirectement, agir sur celle-ci, en ralentissant plus ou moins la croissance.

3° Les variétés résistantes au froid ont, souvent, un système radiculaire réduit en comparaison du développement de leur appareil foliacé.

Ces trois faits observés et contrôlés en l'absence de toute lésion causée par le froid interviennent chacun pour sa part dans la détermination de la résistance.

4° Les variétés résistantes au froid possèdent des racines embryonnaires qui, grâce aux phénomènes d'endurcissement, conservent toutes leurs possibilités d'accroissement et restent en mesure d'assurer, à elles seules, pendant un temps limité, l'alimentation de la plante. Il en résulte un retard dans le développement des racines secondaires ; ce retard, qui peut être mesuré, est en corrélation avec la résistance au froid.

Ce dernier phénomène nous apparaît donc comme une conséquence de la résistance et peut constituer une méthode de mesure de sa valeur.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Il n'est pas sans intérêt de relier les résultats obtenus à l'issu de l'étude des caractères physiologiques et les conclusions auxquelles nous venons d'aboutir après avoir examiné certains caractères morphologiques. Il est nécessaire, en effet, d'apprécier l'interdépendance des deux groupes de caractéristiques

étudiées afin de faire ressortir en définitive les causes essentielles de la résistance au froid chez les céréales d'hiver.

Si on examine une à une les 8 variétés ayant fait l'objet des études qui précèdent on constate que chacune d'elles dispose, dans son patrimoine héréditaire d'un certain nombre de caractères qui lui sont propres ; citons par exemple :

— les amples variations du Δ cryoscopique de *Minhardi* et la quasi stabilité de celui du blé de printemps *Pusa* qui semblent mettre en évidence une « perméabilité » particulière du protoplasme chez la première, la plus résistante au froid, alors que cette perméabilité est très réduite chez le blé de printemps.

— des particularités secondaires : nombre réduit des racines primaires chez *Minhardi* pouvant aboutir à un ralentissement de la croissance.

— la dimension des cellules et le nombre des stomates à l'unité de surface constituent des caractères morphologiques variétaux nets qui interviennent, à notre avis, dans le déterminisme des processus d'endurcissement : accélération des échanges avec le milieu extérieur, ralentissement des migrations à l'intérieur du végétal. Une preuve supplémentaire est apportée par le fait que les anomalies présentées par les 2 variétés *Vilmorin 27* et *Préparateur Etienne* lors de l'étude du Δ cryoscopique se retrouvent lorsqu'on examine la dimension des cellules et le nombre des stomates de ces 2 variétés. Les Δ anormalement élevés (*Vilmorin 27*) se rapportant à une densité cellulaire plus forte que celle correspondant à la place de la variété dans l'échelle de résistance au froid ; de même à un Δ trop bas (*Préparateur Etienne*) correspond une densité cellulaire plus faible.

La *résistance au froid d'une variété de blé* nous semble donc résulter de la totalisation des caractères morphologiques et physiologiques qui viennent d'être énumérés ; la perméabilité du protoplasme d'une part, de petites cellules et de nombreux stomates favorisant l'endurcissement, d'autre part, jouant le rôle essentiel.

Ce sont ces caractères qui rendent la plante plus ou moins réceptive à l'action du milieu et permettent, à des degrés divers, soit un ralentissement de la croissance, soit un retard dans l'apparition du système radiculaire secondaire. Ces deux phénomènes sur lesquels nous avons longuement insisté dans notre travail nous paraissent donc seulement comme des conséquences des caractères morphologiques et physiologiques énumérés plus haut.

La mesure du retard dans l'apparition du système radiculaire secondaire constitue une méthode d'appréciation assez précise de la résistance au froid chez le blé.

RÉSUMÉ

Les *études complémentaires* auxquelles nous nous sommes livré au sujet de la *description des dégâts* du froid chez le blé, nous conduisent à apporter aux faits déjà connus les précisions suivantes :

— Les tissus foliaires les plus âgés sont, en général, les plus sensibles au froid ; les cellules marginales des stomates, dont la concentration cellulaire est plus élevée que celle des cellules voisines, restent souvent vivantes au milieu des tissus morts.

— La zone de transition existant entre tissus tués et tissus indemnes est caractérisée par des cellules à plasmolyse marquée et à vacuolisation intense. Cette plasmolyse peut s'étendre et amener la mort des tissus si l'humidité ambiante est insuffisante (cas d'un dégel sec) ce qui a pour effet d'accroître l'importance des dégâts.

— Les tissus très jeunes, encore dépourvus de chlorophylle et les zones de croissance active sont extrêmement sensibles. Le fait est particulièrement net sur les jeunes feuilles se dégageant des gaines et lorsque le froid sévit sans endurcissement préalable.

— Chez le blé, l'appréciation rigoureuse de la résistance au froid (mesure de l'effet direct) doit être faite avant le tallage (stade 3-4 feuilles). Ensuite, la situation du nœud du tallage, la faculté d'émission de talles de coléoptile, caractéristiques variétales indépendantes de la résistance au froid, constituent des éléments de variation importants, surtout en ce qui concerne la « faculté de reprise ».

— Après des froids intenses, ayant entraîné la destruction quasi totale de l'appareil foliacé, l'émission de talles de coléoptile constitue la seule modalité de « reprise » pour les céréales.

***

Les expériences entreprises sur une série de 8 variétés de blé, constituant une gamme de résistance au froid décroissante, comportent l'étude d'un certain nombre de caractères physiologiques et morphologiques.

Caractères physiologiques et résistance au froid. — La *variation du Δ cryoscopique* en fonction du temps et des conditions extérieures de température est à peu près la même pour toutes les variétés : diminution du Δ quand les températures moyennes journalières sont supérieures à + 5°, augmentation lorsque celles-ci sont voisines de 0°.

Toutefois la variété *Minhardi*, la plus résistante au froid, présente une

grande amplitude de fluctuation du Δ dont la valeur suit rapidement les variations de la température extérieure. Au contraire le blé de printemps *Pusa 4*, très sensible au froid possède un Δ cryoscopique peu variable et ne semble pas capable de réaliser les processus d'endurcissement.

La valeur du Δ cryoscopique, même après une période d'endurcissement normale, n'est pas en corrélation rigoureuse avec la résistance au froid. Elle en donne, cependant, une très bonne approximation.

La *variation comparée de la Matière sèche et du Δ cryoscopique* a été mesurée par le rapport de ces 2 éléments : $\frac{MS}{\Delta}$ qui représente, en gros le quotient de la Matière sèche totale par sa partie soluble. Le rapport $\frac{MS}{\Delta}$ est toujours plus élevé chez les variétés sensibles au froid que chez les résistantes. Les variétés *Minhardi* et *Pusa 4* dont nous avons vu précédemment le comportement spécial, font exception à cette règle.

L'étude de la *croissance comparée* en fonction de la température, des 8 variétés en essai a été conduite à la fois par la mesure de l'allongement moyen journalier de la 2e feuille et par la détermination de l'accroissement du poids sec en fonction du poids initial. Les résultats obtenus montrent, qu'à part de rares exceptions, la résistance au froid est corrélative d'un ralentissement de la croissance.

Du point de vue physiologique on peut donc dire que, chez le blé, le déclenchement plus ou moins rapide du repos végétatif sous l'action d'un abaissement de température et l'accroissement de la concentration cellulaire sont les deux indices essentiels de la résistance au froid.

Il nous a paru intéressant de rechercher si *certains caractères morphologiques* ne permettaient pas d'expliquer ce comportement physiologique ou de le traduire sous une forme plus facilement mesurable.

Caractères morphologiques et résistance au froid. — L'étude du *nombre des stomates* et de la *dimension des cellules*, effectuée sur l'épiderme supérieur de la 2e feuille, montre que les variétés très résistantes au froid et les très sensibles se différencient nettement, les premières par des stomates nombreux et des cellules petites, les dernières par des stomates beaucoup moins abondants par unité de surface et des cellules plus volumineuses. Cette corrélation n'est pas très étroite car elle ne se vérifie que dans les cas extrêmes. Néanmoins on peut supposer qu'un grand nombre de stomates à l'unité de surface foliaire et une densité cellulaire élevée, favorisant les échanges avec le milieu extérieur et freinant les échanges internes, facilitent les processus d'endurcissement et l'acquisition de la résistance au froid.

Signalons également que le rapport $\frac{\text{Nombre cellules stomatiques}}{\text{Nombre total de cellules}} \times 100$ ou indice de SALISBURY reste sensiblement constant quelle que soit la variété

et varie dans nos expériences entre 19,3 et 21,8. Les valeurs les plus basses se trouvent chez les variétés résistantes au froid.

Les recherches concernant le *système radiculaire primaire* nous révèlent que le nombre des racines embryonnaires est un caractère variétal, mais qu'il est sans rapport avec la résistance au froid. Toutefois, lorsque ce nombre est réduit, la vitesse de croissance peut se trouver diminuée et la résistance au froid accrue.

De même, si on calcule le rapport du *poids des racines* au poids total de la plante, dès la sortie de l'hiver, on obtient souvent des chiffres plus faibles chez les variétés résistantes que chez les sensibles ; mais, ici encore, la corrélation n'est pas absolue et il existe des exceptions remarquables.

Si on étend les recherches au *système radiculaire secondaire* on observe que les variétés résistantes émettent leurs racines de tallage beaucoup plus tardivement que les variétés sensibles au froid. Le rapport $\frac{\text{Nombre racines secondaires}}{\text{nombre talles}}$ mesuré sur des plantes au même stade de végétation est constamment plus bas chez les premières (0,5 à 1,22) que chez les secondes (1,39 à 2,19).

Ce phénomène semble dû au fait que les racines embryonnaires persistent plus longtemps et possèdent un rôle plus actif chez les variétés résistantes au froid que chez les sensibles. La corrélation ainsi mise en évidence, doit être interprétée non comme une cause, mais comme une conséquence de la résistance dont elle constitue une mesure assez précise.

***

En résumé la résistance au froid chez le blé ne peut avoir une cause morphologique ou physiologique unique, puisqu'aucun des caractères étudiés par différents auteurs et par nous-même n'est en corrélation rigoureuse avec elle.

Le classement des variétés en fonction de leur comportement à l'égard du froid résulte de la totalisation des effets de tous les facteurs inhérents à la plante et susceptibles, sous l'action du milieu, d'augmenter la concentration cellulaire et de freiner la croissance (adaptation rapide aux conditions extérieures et ralentissement des échanges internes). Parmi ceux-ci, la densité élevée des stomates, la faible dimension des cellules, l'importance relativement réduite du système radiculaire primaire par rapport à l'appareil foliacé, semblent jouer un rôle essentiel.

Dès qu'on atteint le stade du tallage, le problème se complique du fait de l'intervention de nouveaux éléments : faculté de tallage, profondeur du point végétatif, émission de talle de coléoptile, etc...

A ce moment il ne semble plus qu'on soit en droit de parler de résistance « intrinsèque » de la variété, mais plutôt de son aptitude à survivre aux hivers rigoureux, conception plus pratique qui résulte à la fois de la résistance intrinsèque, du stade végétatif et de la faculté de reprise. Les conditions culturales intervenant pour une large part sur les deux derniers facteurs, on conçoit que

les observations de la pratique soient quelquefois discordantes et aboutissent à des interprétations souvent fort délicates.

De même, la multiplicité des facteurs qui entrent en jeu pour déterminer la résistance au froid, explique les difficultés rencontrées jusqu'à ce jour dans l'étude de l'hérédité de ce caractère.

BIBLIOGRAPHIE

(1) AKERMAN (A.) und LINDBERG (J.). — Studien-über den Kältetod und die Kälteresistenz der Pflanzen. *Lund*, 1927.

(2) BARULINA (E. I.). — The winter résistance of Cereals. *Ann. Inst. Agron. Saratov*, **1**, 1923.

(3) COMBES (R.). — La forme des végétaux et le milieu, A. COLIN, 1946.

(4) CRÉPIN (Ch.), ALABOUVETTE (L.), MÉNERET (G.) et CHEVALIER (R.). — Étude sur la résistance au froid du blé et de l'avoine. *Ann. Sci. Agron.*, 6, 661-718, 1929.

(5) DIEHL (R.). — La Sélection de Céréales d'hiver résistantes au froid. *Le Sélectionneur*, **2-1**, 30-40, 1933.

(6) DIEHL (R.). — Climat et phases de végétations du blé. *Bull. Soc. Sci. Bretagne*, **21**, 1 à 4, 134-143, 1946.

(7) DUCOMET (V.) et FLECKINGER. — Rapp. Fonctionn. Inst. Rech. Agron., 1932.

(8) FRIEDBERG (R.). — Contribution à l'étude du tallage du blé. *Ann. Agron.*, mars-avril 216-228, 1932.

(9) FUCHS (W. H.). — Die Veränderüng der Strüktur und Reaktion der Zelle bei Abkühlüng. *Kühn Archiv.*, **39**, 1-39, 1935.

(10) GOVOROV (L.). — The diverses characters of Winter and Spring forms of céréals in connection with the problem of hardiness in Wintercrops. *Bull. Appl. Bot. Leningrad*, **13**, 1, 525-559, 1922-23.

(11) HARVEY (R. B.). — Hardening process in plants and development from frost injury. *J. of Agric. Res.* XV, 1918.

(12) HARVEY (R. B.). — An annoted Bibliography of the low temperature relations of plants. *Univ. Farm. St Paul Minnesota*, 1935.

(13) LAROSE (Em.) et VANDERWALLE (R.). — Les effets du froid sur quelques variétés de Froment à haut rendement au cours de l'hiver 1931-32. *Bull. Gembloux*, **1**, 3, 204-219, 1932.

(14) LAUDE (H. H.). — Cold resistance of Winter wheat, rye, barley and oats in transition from dormancy to active growth. *J. Agric. Res.*, **54**, 1947.

(15) LAURENT (J.). — Les facteurs de la structure chez les végétaux. *Rev. gen. Bot.*, **220**, 1907.

(16) LEVITT (J.) and SCARTH (G. W.). — Frost hardening studies with living cells. *Can. Journ. Res.*, **100**, 14.

(17) LEVITT (J.). — Frost killing and hardiness of plants. *Univ. of Missouri*, 1945.

(18) MATRUCHOT (L.) et MOLLIARD (M.). — *Rev. Gener. Bot.*, **14**, 1902.

(19) MAXIMOV (N.). — L'état actuel de la question de la résistance des plantes au froid et les méthodes modernes de sa détermination. *Bull. Ass. Intern. Select.*, **3**, n° 2, mai, 95-103, 1930.

(20) MILLER. — *Plant Physiology*, 1938.

(21) MOLLIARD (M.). — Action morphologique de quelques substances organiques chez les végétaux. *Rev. gen. Bot.*, **222**-1907.

(22) MONNIER-DUMONT (A.). — Étude de la Concentration des liquides cellulaires végétaux. *Thèse, Faculté Sciences*, Paris, 1932.

(23) MUDRA (A.). — Zur physiologie der Kälteristenz des Winterweizens. *Planta Arch. Wissensch. Bot.*, **18**, 3, 1932.

(24) NEWTON (R.). — A comparative Study of Winter wheat varieties with especial reference to Winterkilling. *Journ. Agric. Res.*, **12**, 1922.

(25) ROSA (J. T.). — Investigations of the hardening process in vegetables plants. *Miss. Agric. Exp. Sta. Research. Bull.* **48**, 97 p., 1921.

(26) ROSENTRETER (N. A.). — A contribution to the Study of the overwintering of winterwheats. *Proceed. of U. S. S. R. Congr. Genet.*, **4**, 365-373, 1930.

(27) SALMON (S. C.). — Resistance of varieties of Winterwheat and rye to low temperature in relation to winterhardiness and adaptation. *B. Kans. Agric. Expt. Sta.*, **35**, 1933.
(28) SALTYKOVSJY (M. I.). — A contribution to the question of winter resistance in wintercereals. *Proceed. of U. S. S. R. Congr. Genet.*, **4**, 375-387, 1930.
(29) TAVCAR (A.). — Winterfestigkeit und genetisch bedingte Tieflage der Vegetations punkte au Getreidepflanzen. *Z. Pflanzenzücht*, **15**, 2, 63-74, 1930.
(30) TAVCAR (A.). — Die Vererbung der Anzahl von Spaltöffnungen bei Pisum sativum. *Z. Pflanzenzücht.*, **11**, 3, 241-259, 1925.
(31) TIMOPHEEVA (M. T.). — The dynamics of frost resistance in wintercereals and the characteristics of varieties from the point of view of their hardiness. *Bull. Appl. Bot. Leningrad*, Série 3-3, 253-272, 1933.
(32) TOBARO (F.). — La Survivance de la racine embryonnaire dans le blé. *Z. Pflanzenzücht*, **17**, 1, 80-83, 1932.
(33) ULMER (W.). — *Jahrb. f. Wiss. Bot.*, **84**, 1937.
(34) WEBB (R. B.). — Crown and root development in wheat varieties. *J. Agric. Res.*, **52**, 8, 569-583, 1936.
(35) WIEGAND (K. M.). — Some studies regarding the biology of buds and twigs in winter. *Bot. Gaz.*, **41**.
(36) WILHELM (A. F.). — Untersuchungen über die Kälteresistenz winterfester kulturpflanzen unter besonder Berücksichtigung des Einflusses verschiedenen, Mineralsalzernährung und des N = Stoff wechsels. *Phytopath. Z.*, **8**, 3, 1934.
(37) WORZELLA (W. W.). — Root. development in hardy and non hardy winterwheat varieties. *J. Americ. Soc. agron.*, **24**. 1932.

ACTION DE QUELQUES HÉTÉRO-AUXINES SUR LA MORPHOGÉNÈSE DES CÉRÉALES

PAR

Robert LONGCHAMP, Michel ROY et Roger GAUTHERET

Station Centrale de Physiologie Végétale, Versailles.
Association Générale des Producteurs de Blé.
Faculté des Sciences, Paris.

INTRODUCTION

Pour détruire les adventices infestant les champs de céréales, on utilise quelques hétéro-auxines (2-4 D, M. C. P. A., etc...) (1) possédant la propriété d'intoxiquer électivement les mauvaises herbes les plus communes. La sélectivité de ces herbicides n'est pas toujours satisfaisante et parfois les céréales traitées subissent des altérations de leur morphogénèse. Signalons par exemple qu'ARVY et LHOSTE (4, 5), MURRAY et WITHING (10), ont constaté que le sel de sodium du 2-4 D provoque une rhizogénèse anormale des plantules de Blé ou de Maïs. Signalons également que CHABROLIN et THELLOT (6), ANDERSEN et HERMANSEN (3), ont constaté que le 2-4 D et le M. C. P. A. déterminent chez les céréales la production de feuilles tubuleuses. Enfin plusieurs auteurs : KINGMAN (8), CHABROLIN et THELLOT (6), LHOSTE et RAVAULT (9), ÅBERG et DENWARD (1), ÅBERG, HAGSAND et VÄÄRTNOÜ (2), PEDERSEN, ANDERSEN et HERMANSEN (11) ont remarqué que les céréales traitées par les dérivés du 2-4 D ou du M. C. P. A., produisent des épis aberrants. Au cours d'expériences poursuivies en 1950, nous avons cherché à préciser le déterminisme de ces diverses altérations de la morphogénèse des Céréales (2).

MATÉRIEL ET TECHNIQUE

Ces expériences ont porté sur près de 10 000 parcelles de 4 à 12 m² réparties dans 29 terrains dépendant de stations de recherches, d'écoles d'Agriculture ou appartenant à des adhérents de l'A. G. P. B. Ces terrains étaient situés dans toute la France (Bretagne, Vendée, Bassin Parisien, Massif Central, Midi).

(1) Ces abréviations consacrées par l'usage correspondent respectivement à l'acide 2-4 Dichlorophénoxyacétique et à l'acide 2-Méthyl 4-chlorophénoxyacétique.

(2) Ces expériences ont été réalisées grâce au concours de l'*Institut National de la Recherche Agronomique* et de l'*Association Générale des Producteurs de Blé*.

Trois produits furent essayés : l'ester éthylique du 2-4 D, le sel de sodium du M. C. P. A. et le sel de sodium du 2-4 D. Le premier produit fut employé sous forme d'émulsions aqueuses ; le second à l'état de solutions aqueuses ; quant au sel de sodium du 2-4 D il fut appliqué de deux manières : à l'état de solutions aqueuses et sous forme solide, dilué dans un support inerte (mélange de grès et de silex broyés) auquel on ajoutait dans certains cas du nitrate de sodium.

Les quantités d'hétéro-auxines ainsi dispersées sur les parcelles correspondaient à des doses de 0,5, 1, 2, 5 et 10 kg à l'hectare pour les formes liquides et 4 ou 10 kg à l'hectare pour les formes solides. Le nitrate de sodium ajouté à certains mélanges solides correspondait à une dose de 100 kg à l'hectare.

Nous avons examiné le comportement de 107 variétés de Blés, d'Avoines et d'Orges, à l'égard de ces divers produits. Pour chaque variété on a réalisé de nombreux traitements à diverses températures et à divers stades du développement des céréales.

Les terrains d'essais ont été visités 2 à 5 fois.

RÉSULTATS

Les substances employées dans ces expériences ont provoqué de nombreuses altérations de la morphogénèse des céréales. Ces altérations peuvent être groupées en 7 catégories : réactions de l'appareil souterrain, réactions des tiges, réactions des feuilles, réactions des épis, modifications du port, retard de la végétation, processus nécrotiques.

On examinera successivement ces diverses réactions.

1°) Réactions de l'appareil souterrain

Nous avons constaté qu'en traitant par du 2-4 D ou du M. C. P. A. une Céréale en voie de produire des racines (cette période s'étend du début de la germination à la fin du tallage) on provoquait une intensification de la rhizogénèse même si la dose de substance active n'excédait pas 2 kg à l'hectare. Cette exaltation de la rhizogénèse était caractérisée par la prolifération de la base de la tige qui donnait un cal peu charnu d'où partaient des racines généralement déformées (fig. 1). Plus le traitement était précoce et plus la réaction était intense. Si le traitement était réalisé après le déclenchement de la montaison l'appareil radiculaire demeurait à peu près normal.

2°) Réactions des tiges

Si l'on traitait par une hétéro-auxine désherbante une Céréale ayant atteint une hauteur de 20 à 40 cm, on constatait fréquemment que les chaumes s'in-

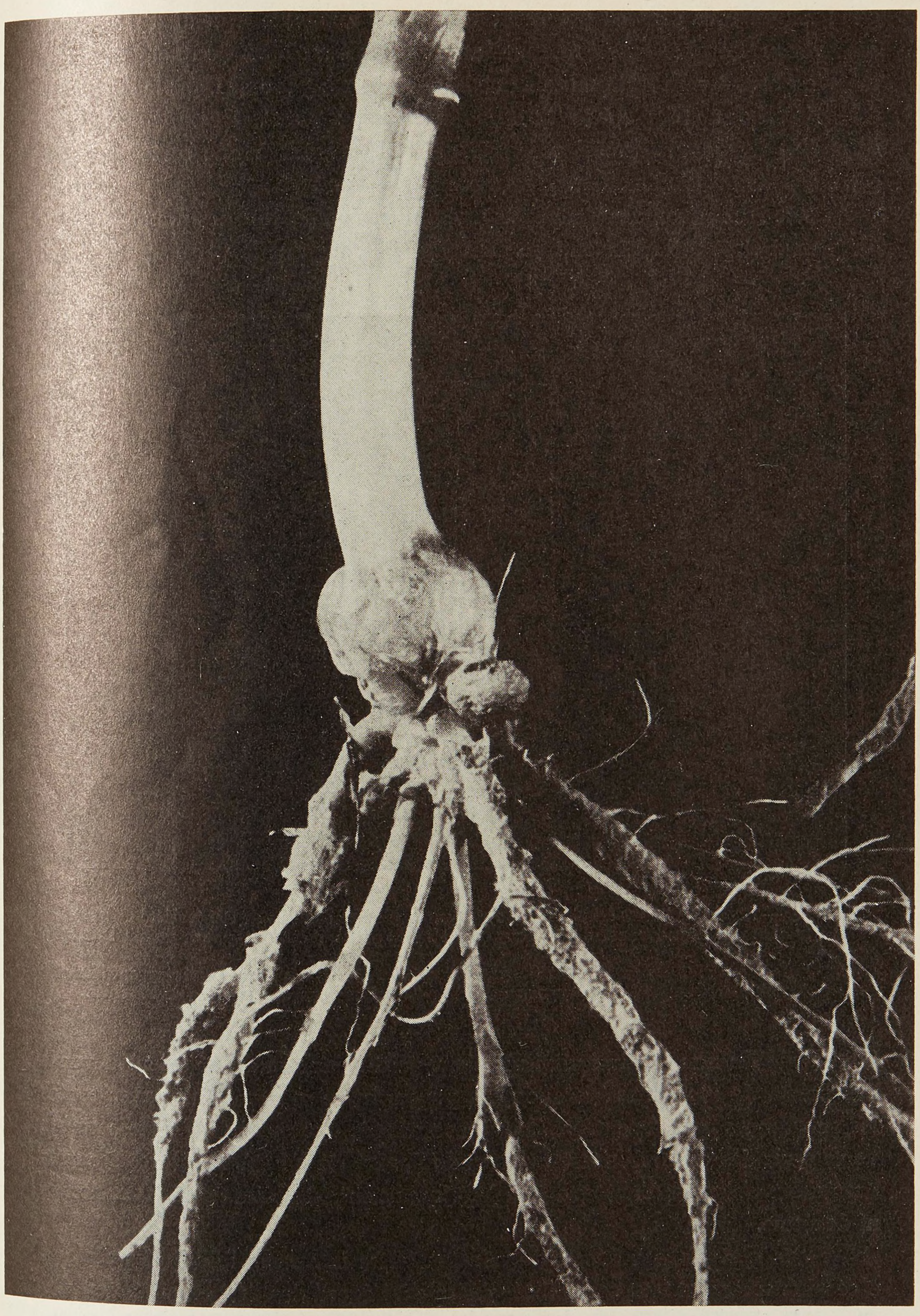


FIG. 1. — Modification de la rhizogénèse du Blé Inversable × Bordeaux sous l'action de sel de sodium du 2-4 D à la dose de 2kg à l'hectare.
Le traitement fut réalisé à la fin du tallage. On remarque que la base de la tige a produit un cal d'où partent de nombreuses racines plus ou moins déformées.

clinaient en tous sens et prenaient un aspect analogue à celui d'*Alopecurus geniculatus*. Ce phénomène se manifestait parfois au bout de quelques heures mais le plus souvent il présentait une latence de 1 à 3 jours. Dans le cas de certaines Céréales (*Blés Alsace 22, Bon Fermier, Courtal, Champagne, Blé de l'Yveline*) il pouvait être si accentué qu'il aboutissait à une sorte de verse, celle-ci pouvant d'ailleurs être favorisée par le vent.

Cette inclinaison des tiges était due à une modification des nœuds qui s'allongeaient et se tordaient en tous sens (fig. 2). Pour que la verse se produise il

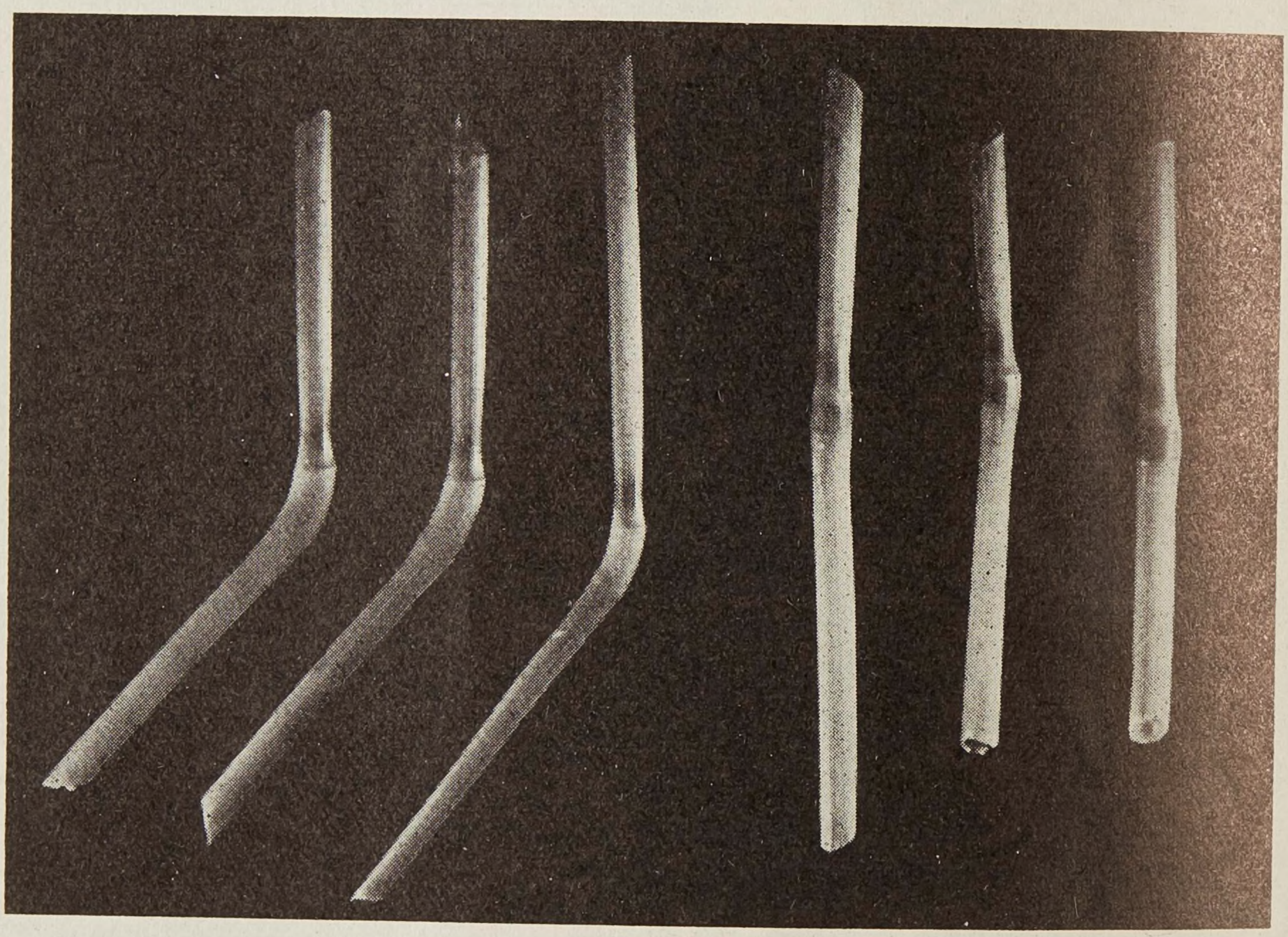


FIG. 2. — Action de l'ester éthylique du 2-4 D sur les nœuds de tiges de Blé (variété *Courtal*).
A gauche : nœuds provenant de chaumes ayant subi l'action d'ester éthylique du 2-4 D (2 kg. à l'hectare).
A droite : nœuds de tiges normales. On constate que les nœuds des plantes traitées sont bien plus longs que ceux des témoins. Cette élongation des nœuds facilite beaucoup la verse de la céréale.

fallait que les nœuds ainsi allongés aient perdu leur rigidité et soient devenus des points de moindre résistance. Ces processus se sont produits avec toutes les substances expérimentées. Certaines variétés ont manifesté cette sorte de verse pour des doses d'hétéro-auxines de l'ordre de 2 kg à l'hectare. D'autres ont mieux résisté et d'autres enfin n'ont jamais subi de déformations des nœuds ni de verse.

Nous n'avons pas décelé de relation entre la susceptibilité des céréales à ce phénomène et leur sensibilité générale à l'égard des désherbants. Certains Blés (*Magdalena* et *Blé du Mesnil*) pouvant être fortement déprimés par les hétéro-auxines n'ont manifesté aucune réaction des nœuds sous l'action de ces substances.

3°) Réactions des feuilles

Nous avons remarqué qu'en faisant agir des hétéro-auxines désherbantes sur des Céréales avant qu'elles n'aient atteint le moment de la montaison, il se formait fréquemment des feuilles tubuleuses dont les bords étaient complètement soudés et qui présentaient un aspect analogue à celui de feuilles de jonc. La proportion des feuilles ainsi transformées était d'autant plus forte qu'il s'agissait de traitements plus précoces. C'est dans le cas de traitements de préémergence [1] que nous avons obtenu le plus grand nombre de feuilles tubuleuses. Il s'agissait donc d'une déviation des premières phases de la morphogénèse des feuilles.

Ce phénomène ne s'est pas produit avec les céréales d'hiver mais seulement avec les céréales de printemps. Ceci s'explique par le fait que les céréales d'hiver n'ont pas subi de traitements précoces. Dans le cas de céréales de printemps cette proportion de feuilles tubuleuses fut beaucoup plus marquée pour les Avoines que pour les Orges et les Blés.

Les dérivés du 2-4 D ont provoqué ce genre d'anomalie avec la plus grande facilité. Des doses de l'ordre de 2 kg à l'hectare ont suffi pour déterminer la formation de nombreuses feuilles tubuleuses. Les produits solides ont manifesté la même activité que les produits liquides correspondants. Signalons en outre que le M. C. P. A. a paru incapable de modifier la morphogénèse des feuilles. En examinant l'évolution des plantes présentant des feuilles tubuleuses, nous avons constaté qu'au moment de l'épiaison, celles-ci se fendaient à leur sommet pour livrer passage à l'épi. Cette altération des feuilles n'avait donc pas totalelement compromis l'évolution des céréales.

Signalons enfin que les hétéro-auxines désherbantes ont provoqué d'autres anomalies des feuilles consistant dans une réduction de leur largeur ou encore dans une intensification de leur couleur ou de leur glaucescence.

4°) Réactions des épis

On examinera tout d'abord les caractères généraux de ces réactions dans le cas des Blés d'hiver puis dans celui des céréales de printemps et l'on envisagera pour finir la nature des produits qui les provoquent.

a) Blés d'hiver :

Nous avons constaté que les hétéro-auxines désherbantes pouvaient provoquer des altérations de la forme des épis de Blé à condition d'être appliquées entre le début de tallage et le déclenchement de la montaison, ou encore au

[1] On donne le nom de traitements de préémergence à des traitements réalisés avant la levée des céréales. Ils sont en général pratiqués immédiatement après les semailles.

moment du gonflement [1]. En dehors de ces périodes les hétéro-auxines n'ont pas déterminé de déformations des épis.

Les traitements précoces, c'est-à-dire ceux pratiqués avant le début de la montaison, ont provoqué de nombreux types de déformations. Certains épis pouvaient être bifurqués ou trifurqués (fig. 3), d'autres fois ils étaient raccour-

FIG. 3. — Épi bifurqué récolté dans une parcelle de Blé *du Mesnil* ayant subi l'action du 2-4 D (5 kg de sel de sodium à l'hectare).
Le traitement avait été réalisé vers la fin du tallage. On constate que la partie supérieure du rachis a produit deux rameaux portant des épillets. Ces épillets sont d'ailleurs plus ou moins déformés.

cis et tordus en tous sens (fig 4, 5, 6). D'autres fois encore certains épillets manquaient où l'on observait au contraire des épillets surnuméraires dont l'accumulation provoquait une coudure du rachis. Nous avons aussi constaté que certaines glumes et glumelles pouvaient se souder (fig. 7) ou avorter. Nous avons également observé une réduction du nombre des fleurs par épillet. Parfois encore quelques épillets pouvaient faire défaut (fig. 8). Enfin, dans certains cas, le rachis était anormalement court et les épillets se redressaient ce qui conférait

[1] Rappelons que le gonflement correspond au moment où l'épi est suffisamment développé pour provoquer un renflement visible de la gaine dans laquelle il est contenu.

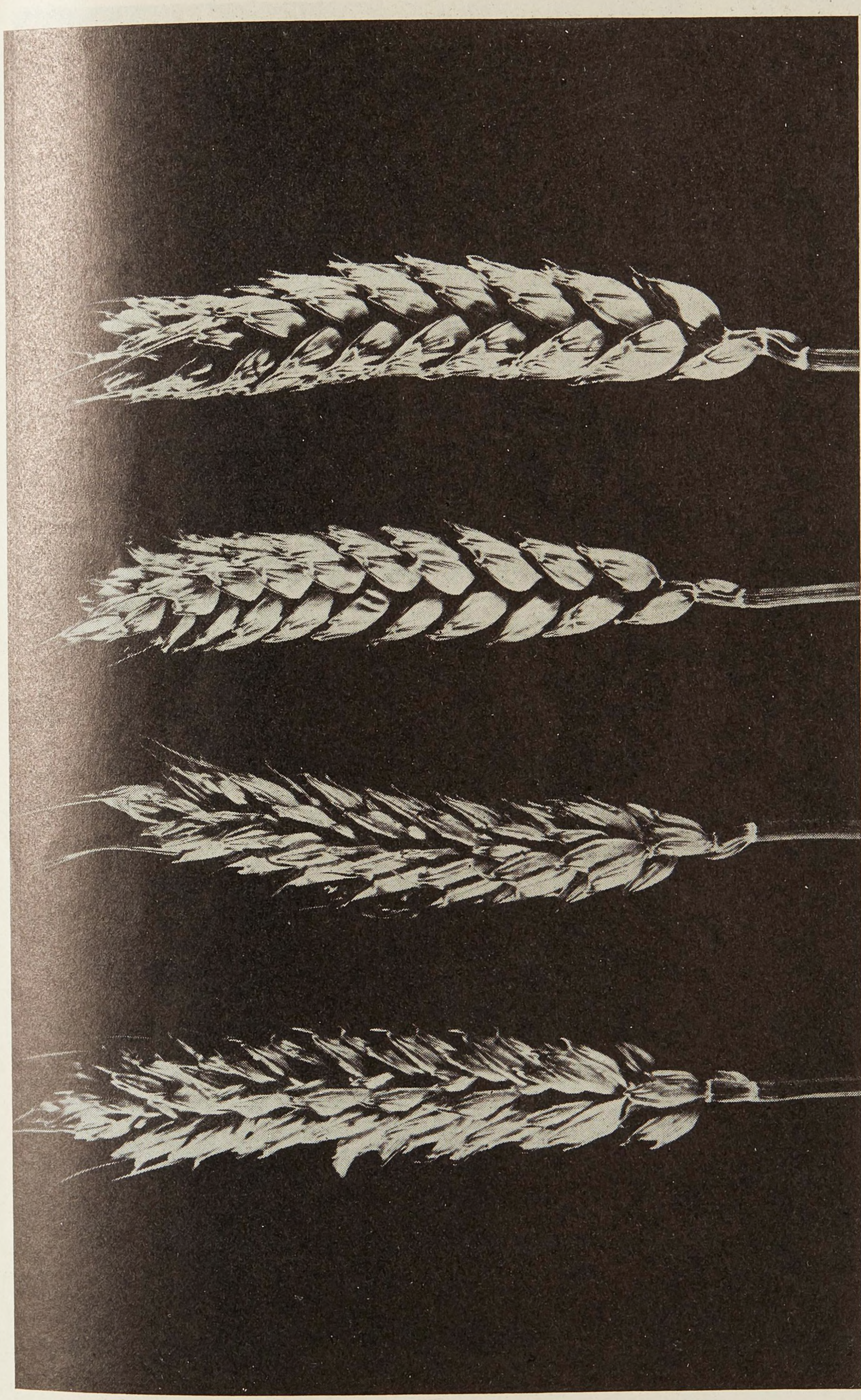


FIG. 4. — Épis normaux de Blé *Bastard de Rimpau*.

FIG. 5. — Épis aberrants récoltés dans une parcelle de Blé *Bastard de Rimpau* ayant subi l'action de sel de sodium du 2-4 D (2 kg à l'hectare).
Le traitement avait été réalisé en plein tallage. On constate que les épis sont anormalement courts et déformés.

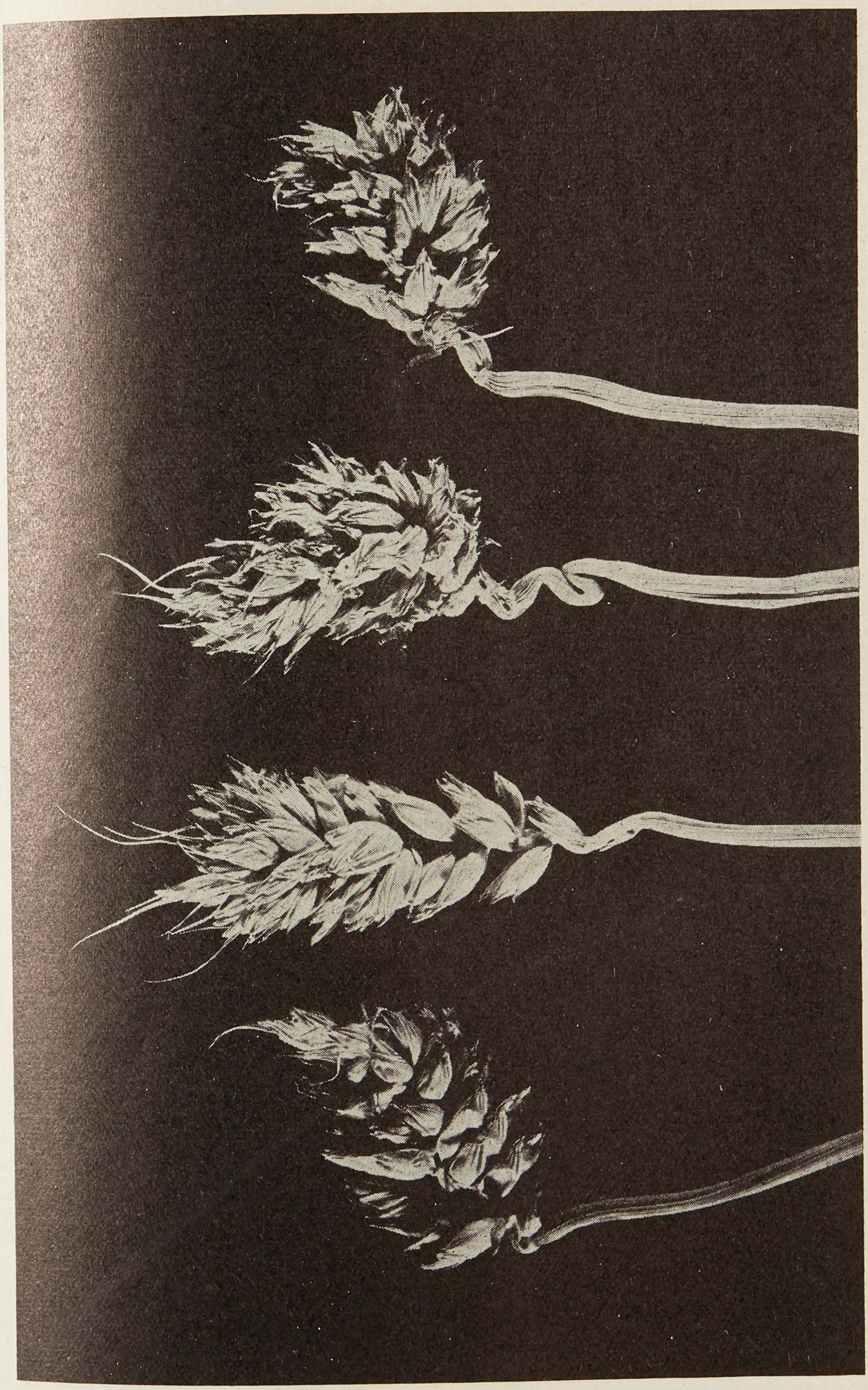


FIG. 6. — Épis aberrants récoltés dans une parcelle de Blé *Bastard de Rimpau* ayant subi l'action d'ester éthylique du 2-4 D (10 kg à l'hectare). Le traitement avait été réalisé en plein tallage. Les épis sont courts et très déformés.

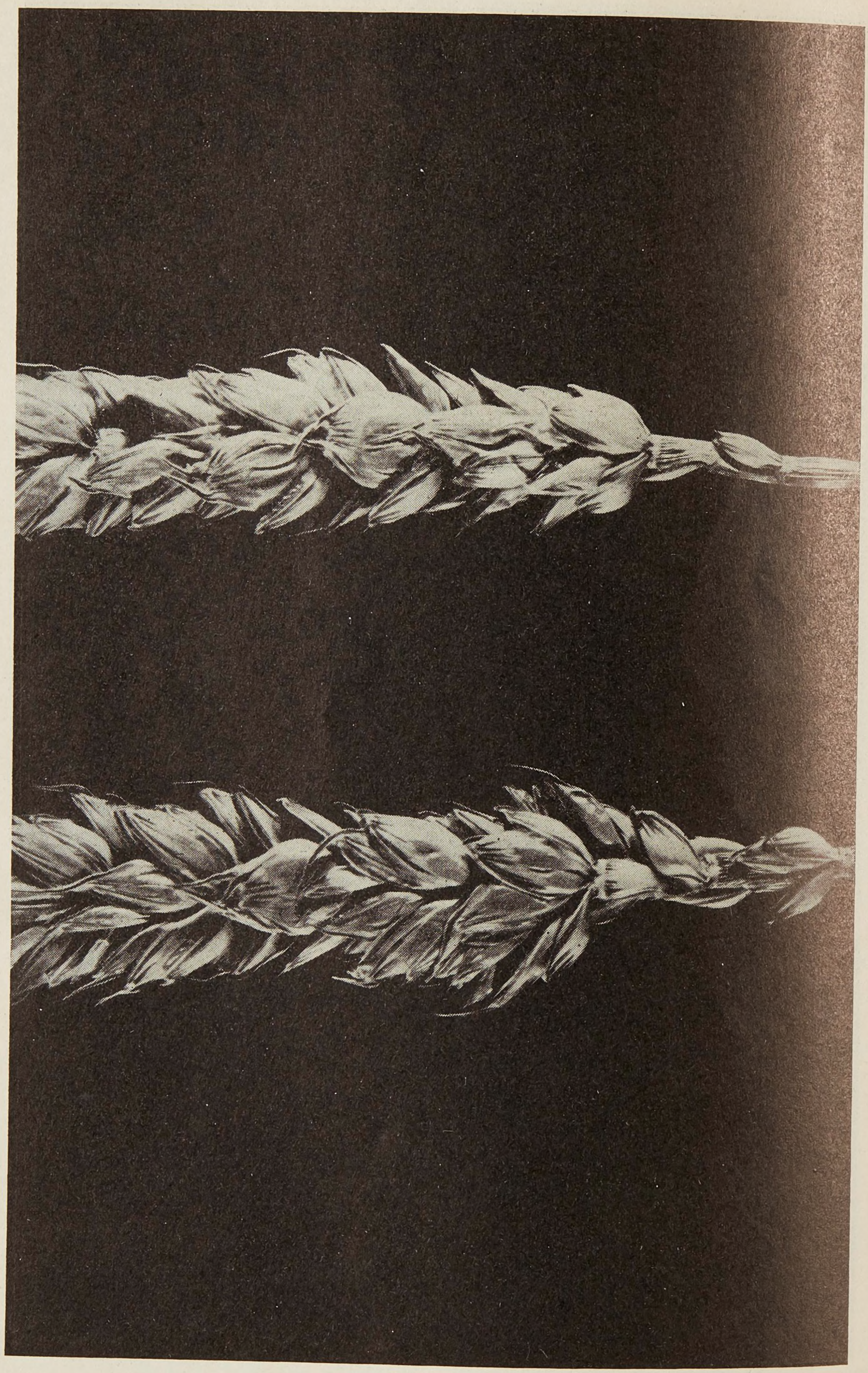


FIG. 7. — Épis aberrants récoltés dans une parcelle de Blé *Hybride de Bersée* ayant subi l'action de sel de sodium du 2-4 D (10 kg à l'hectare). Le traitement avait été réalisé à la fin du tallage. On constate la présence de glumes soudées.

à l'épi un aspect hirsute. L'épi ainsi déformé était devenu méconnaissable et l'on ne pouvait déterminer la variété à laquelle il appartenait.

L'importance de ces diverses altérations était plus ou moins grande selon les variétés. Dans le cas des Blés *Magdalena* et *Renfort* les épis ne furent que rarement déformés. Pour d'autres, au contraire (*Etoile de Choisy*, *Bellevue*, *Bastard de Rimpau*) les déformations étaient fréquentes et très accentuées.

FIG. 8. — Épi aberrant récolté dans une parcelle de Blé *Alsace* 22 ayant subi l'action d'ester éthylique du 2-4 D (2 kg à l'hectare).
Le traitement avait été réalisé à la fin du tallage. L'épi présente deux anomalies. On constate tout d'abord que sa partie médiane est totalement dépourvue d'épillets. En outre les épillets de la moitié supérieure sont disposés irrégulièrement, tandis que ceux de la moitié inférieure sont répartis d'une manière normale.

Elles pouvaient même atteindre la totalité des épis d'une parcelle. Signalons pour finir que les épis ayant subi ces altérations de leur morphogénèse demeuraient entièrement fertiles.

Nous avons tenté de déterminer avec précision la période pendant laquelle les applications de 2-4 D provoquaient la production d'épis déformés. Cette étude a révélé que les traitements précoces réalisés avant le tallage ne provoquaient aucune altération de la morphogénèse des épis. Des traitements réalisés

dès le début du tallage déterminaient au contraire des déformations très importantes. Leur intensité diminuait graduellement à mesure que les applications de 2-4 D étaient faites plus tardivement.

Lorsqu'on faisait agir l'hétéro-auxine au début de la montée, on n'observe en général aucune altération des épis. Toutefois pour quelques variétés (*Bellevue, Hybride de Bersée, Bon Moulin, Tadépi, Vilmorin 23, Vilmorin 27, Vilmorin 29,* etc...) des traitements réalisés au début de la montée alors que l'épi était à moins de 3 cm au-dessus du plateau de tallage ont provoqué de discrètes déformations des épis.

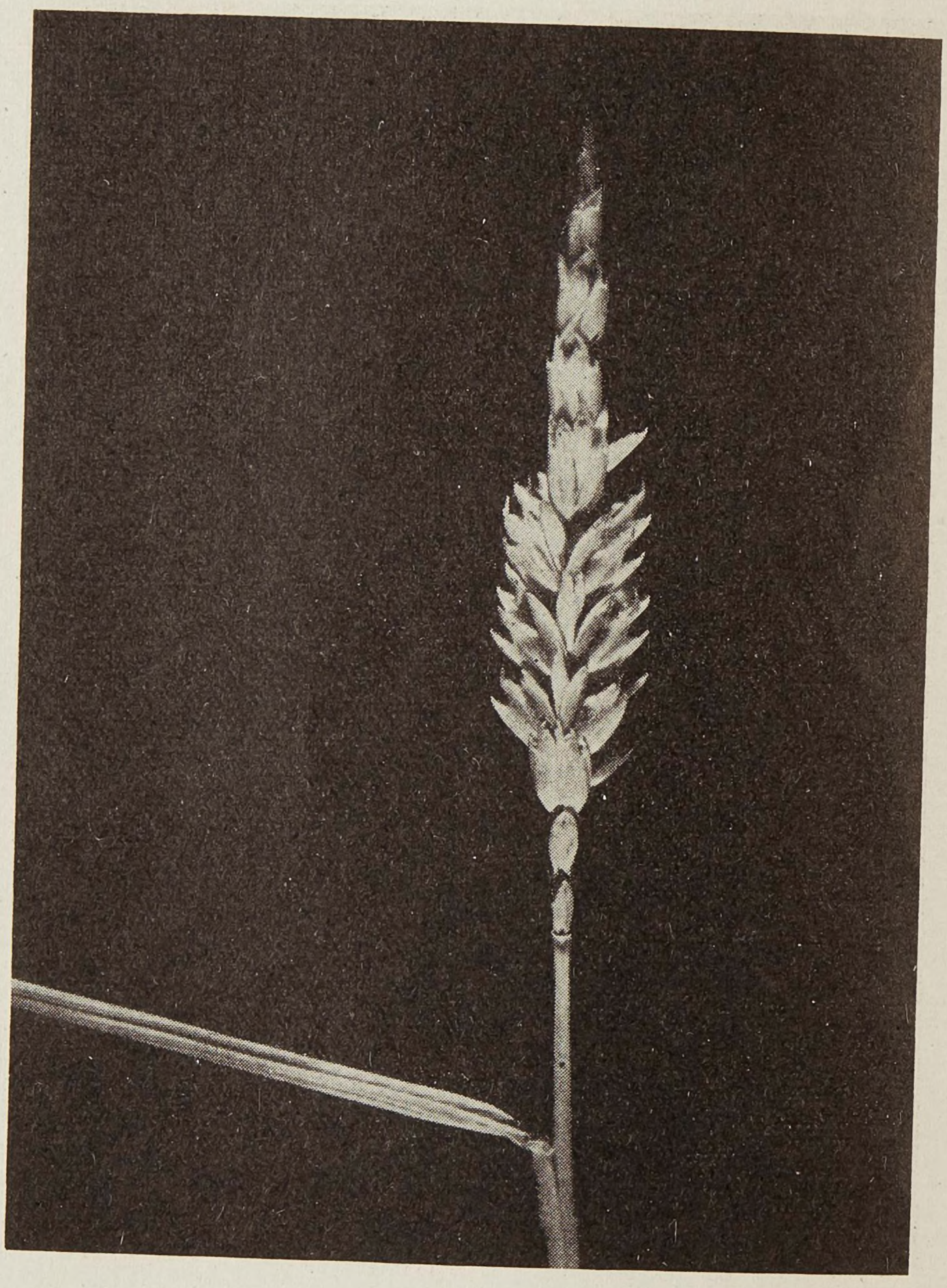


FIG. 9. — Épi partiellement stérile récolté dans une parcelle de Blé *des Dômes* ayant subi l'action d'ester éthylique du 2-4 D (5 kg à l'hectare). Le traitement avait été réalisé au moment du gonflement. On constate que la moitié inférieure de l'épi est normale tandis que la moitié supérieure très amincie n'a pas fructifié.

Les traitements tardifs réalisés au moment du gonflement ont provoqué un autre type de déformation résultant d'un phénomène de stérilité. Souvent cette dernière était localisée au sommet d'un épi et celui-ci prenait alors une forme effilée en quenouille (fig. 9). Parfois la stérilité s'accompagnait de la disparition totale des enveloppes florales et même des épillets ; le rachis était alors

mis à nu sur une partie de sa longueur (fig. 10). Cet avortement pouvait enfin s'étendre à tout l'épi et celui-ci était alors réduit au rachis ou même totalement supprimé.

Cette période pendant laquelle des applications d'hétéro-auxine désherbante déterminaient des phénomènes de stérilité commençait dès le début

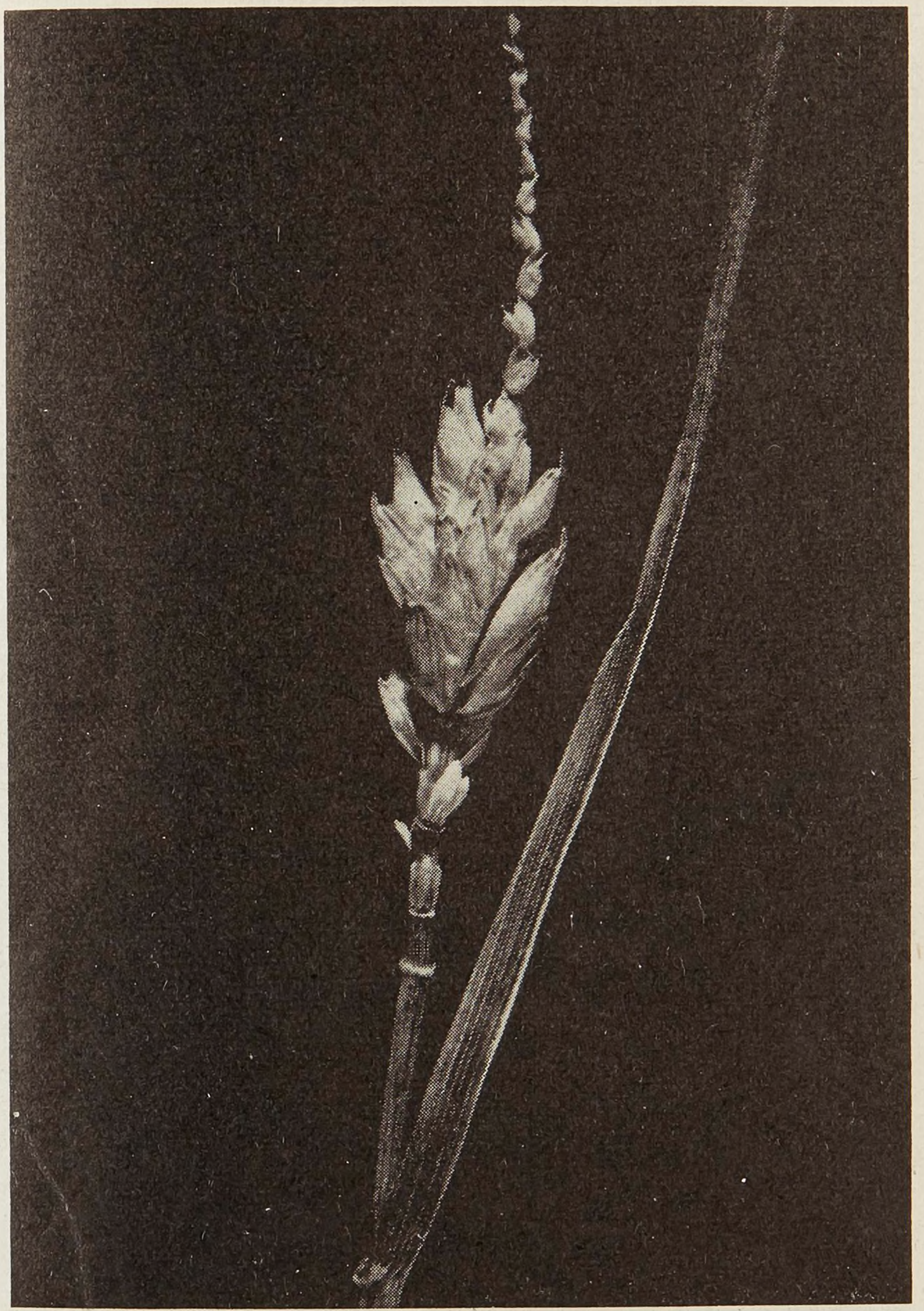


FIG. 10. — Épi partiellement stérile récolté dans une parcelle de Blé *des Dômes* ayant subi l'action du M. C. P. A. (10 kg à l'hectare).
Le traitement avait été réalisé au moment du gonflement. La moitié inférieure de l'épi est à peu près normale mais la moitié supérieure est profondément modifiée ; on constate en effet que les épillets sont réduits à des sortes d'écailles.

du gonflement pour finir juste avant l'épiaison. Sa durée était d'environ une dizaine de jours. Nous avons d'autre part remarqué que l'intensité de ces phénomènes de stérilité n'était pas en relation avec la sensibilité générale du Blé à l'égard des hétéro-auxines. C'est ainsi que dans un essai, le Blé *Goldendrop 184*, qui possède pourtant une excellente résistance générale à l'égard du 2-4 D, a subi des phénomènes de stérilité bien plus accentués que le Blé *Bon Moulin* qui est le plus sensible de tous les Blés d'hiver.

Signalons enfin que cette période de grande sensibilité de la Céréale était suivie d'une autre période allant jusqu'à la fin de la végétation, pendant laquelle la plante ne manifestait plus d'accidents de sa morphogénèse, quel que fut le moment auquel on appliquait la substance herbicide.

b) Céréales de printemps

Les céréales de printemps ayant subi l'action d'hétéro-auxines désherbantes ont également produit des épis déformés. Les traitements de préémer-

FIG. 11. — Épi aberrant récolté dans une parcelle d'Orge *René Guillemart* ayant subi l'action du 2-4 D (épandage de 10 kg à l'hectare de sel de sodium à l'état solide). Le traitement fut réalisé avant la levée (traitement de préémergence). On constate que plusieurs fleurs ont complètement avorté.

gence furent particulièrement actifs et déterminèrent très fréquemment la déformation des inflorescences des Blés, des Avoines et des Orges ; parfois les épis possédaient un rachis tordu. D'autres fois certaines fleurs manquaient ou l'on observait au contraire des fleurs surnuméraires, etc...

Ces traitements très précoces ont en outre provoqué des phénomènes de

stérilité pouvant affecter l'extrémité supérieure des épis (*Blé Fylgia*) ou leur extrémité inférieure (certaines Avoines) ou encore des fleurs disposées au hasard (Orges, fig. 11, Blés et Avoines fig. 12).

Au contraire les traitements de post-émergence n'ont que rarement déterminé la production d'épis altérés. Nous croyons que cette particularité s'explique par le fait que ces traitement furent constamment réalisés après le dé-

FIG. 12. — Phénomènes de stérilité manifestés par l'Avoine *Espoir* sous l'action d'un traitement de préémergence (2 kg à l'hectare de sel de sodium du 2-4D). On constate que de nombreux épillets ont avorté.

clenchement de la montaison. Toutefois, dans le cas des Blés de printemps, les déformations ne furent pas rares (fig. 13).

Ces traitements de post-émergence ont par contre provoqué assez souvent des phénomènes de stérilité. La période pendant laquelle les Céréales de printemps ont manifesté ces phénomènes de stérilité sous l'action des hétéroauxines désherbantes n'a pas semblé aussi bien définie que dans le cas des Blés d'hiver. En effet, tous les traitements furent capables de provoquer la formation d'épis partiellement stériles. Mais ces épis frappés de stérilité étaient par-

ticulièrement nombreux dans le cas de traitements tardifs réalisés au moment du gonflement.

c) Nature et doses des substances susceptibles de provoquer des réactions des épis

D'une manière générale les dérivés du 2-4 D possèdent une activité morphogène très supérieure à celle du M. C. P. A.

Les céréales ayant reçu à la fin du tallage des pulvérisations de sel de so-

FIG. 13. — Épi aberrant récolté dans une parcelle de Blé *Fylgia* ayant subi l'action du M. C. P. A. (10 kg à l'hectare).
Le traitement fut réalisé avant le début de la montaison ; l'hétéro-auxine a provoqué des torsions du rachis et celui-ci est devenu sinueux.

dium du 2-4 D à la dose de 2 kg à l'hectare ont constamment produit des épis aberrants tandis que dans les mêmes conditions le M. C. P. A. n'a troublé que très rarement la morphogénèse des épis. Par contre, l'ester éthylique du 2-4 D a manifesté une activité morphogène très supérieure à celle du sel de sodium. L'intensité des déformations produites par 2 kg à l'hectare d'ester éthylique fut comparable à celle obtenue sous l'action de 5 ou même 10 kg à l'hectare de sel de sodium employé en pulvérisation.

Signalons en outre que sous forme solide le sel de sodium du 2-4D a manifesté une activité morphogène un peu moindre qu'à l'état liquide. D'autre part nous avons constaté avec surprise que cette activité morphogène s'annulait presque complètement si le produit actif était associé à du nitrate de sodium.

Nous pensons que cette compensation n'est pas une conséquence indirecte de l'action stimulante qu'exerce le nitrate sur la Céréale : elle doit plutôt s'expliquer par un antagonisme relativement spécifique analogue à celui rencontré par DUFRÉNOY (6) au cours de ses recherches sur le bouturage de la Vigne (1).

La comparaison des phénomènes de stérilité provoqués par les différents produits a montré que ces phénomènes se manifestaient surtout sous l'action de l'ester éthylique du 2-4 D. La proportion d'épis stériles variait naturellement selon les doses. Dans des essais réalisés à Rethel et Ploudaniel la stérilité des Blés d'hiver fut presque totale en employant une dose d'ester de l'ordre de 10 kg à l'hectare. Une dose de 5 kg provoqua la formation d'épis stériles dans la proportion de 40 à 90 % selon les variétés. Une dose encore moins forte de 2 kg à l'hectare stérilisa encore 25 à 70 % des épis. Nous n'avons pas employé de doses plus faibles sur les Blés d'hiver, mais le fait que la proportion des épis stériles ne diminue pas d'une manière abrupte lorsqu'on réduit la quantité d'ester, permet de penser que des traitements à dose normale devraient provoquer d'appréciables phénomènes de stérilité. Des études ultérieures devront être entreprises afin de vérifier cette idée. *A priori* elle a des chances d'être exacte car des traitements réalisés sur Blé *Fylgia* à l'aide de faibles doses d'ester éthylique du 2-4 D ont provoqué des phénomènes de stérilité. A la dose de 1 kg à l'hectare on a constaté la présence de très nombreux épis plus ou moins complètement stériles (fig. 14). Une quantité moitié moindre (0,5 kg à l'hectare) a provoqué la disparition des épillets dans la partie supérieure de nombreux épis (fig. 15). Ces phénomènes qui furent observés dans un essai de rendement provoquèrent des chutes importantes de rendement respectivement égales à 19 et 21,6 % pour des doses de 0,5 à 1 kg à l'hectare.

Le sel de sodium du 2-4 D a déterminé des phénomènes de stérilité bien plus discrets que ceux provoqués par l'ester et n'affectant qu'une proportion insignifiante des épis. Ces phénomènes se manifestèrent rarement au-dessous de doses de l'ordre de 5 kg à l'hectare même pour le Blé *Fylgia* qui est cependant très sensible aux hétéro-auxines désherbantes. Quant aux pulvérisations de M. C. P. A., leur pouvoir stérilisant fut légèrement inférieur à celui du sel de sodium du 2-4 D lorsqu'on utilisait de faibles doses (2 kg à l'hectare), mais il devenait plus accentué dans le cas de fortes doses (10 kg à l'hectare). La traduction de cette comparaison par un graphique exprimant les variations du pouvoir stérilisant en fonction de la dose de produit actif fournirait une courbe moins abrupte dans le cas du sel de sodium de 2-4 D que dans celui du M. C. P. A.

(1) Cet auteur a en effet constaté que les nitrates sont capables de neutraliser le pouvoir rhizogène du 2-4 D.

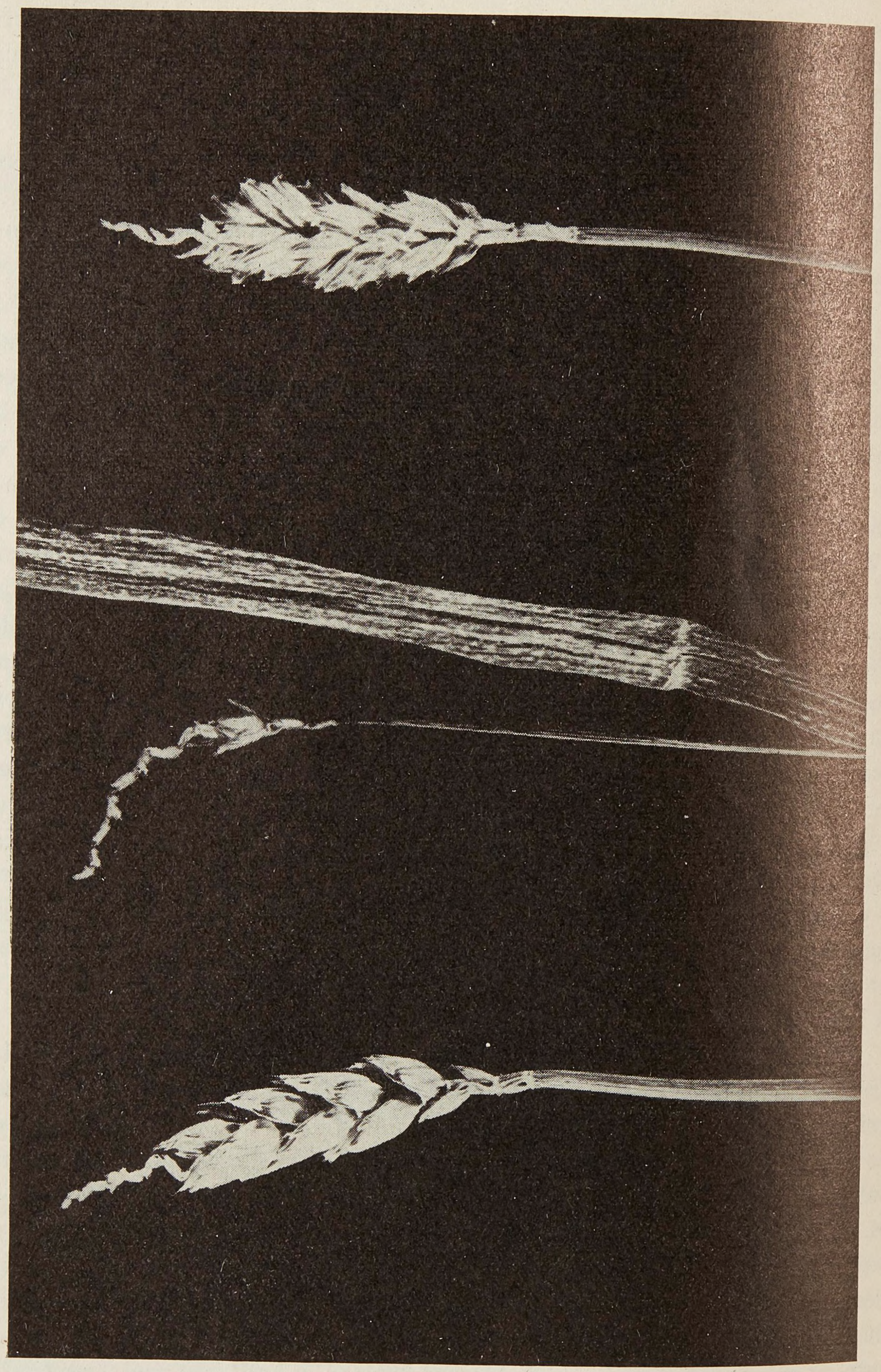


FIG. 14. — Épis stériles récoltés dans une parcelle de Blé *Fyglia* ayant reçu 1 kg à l'hectare d'ester éthylique du 2-4 D.

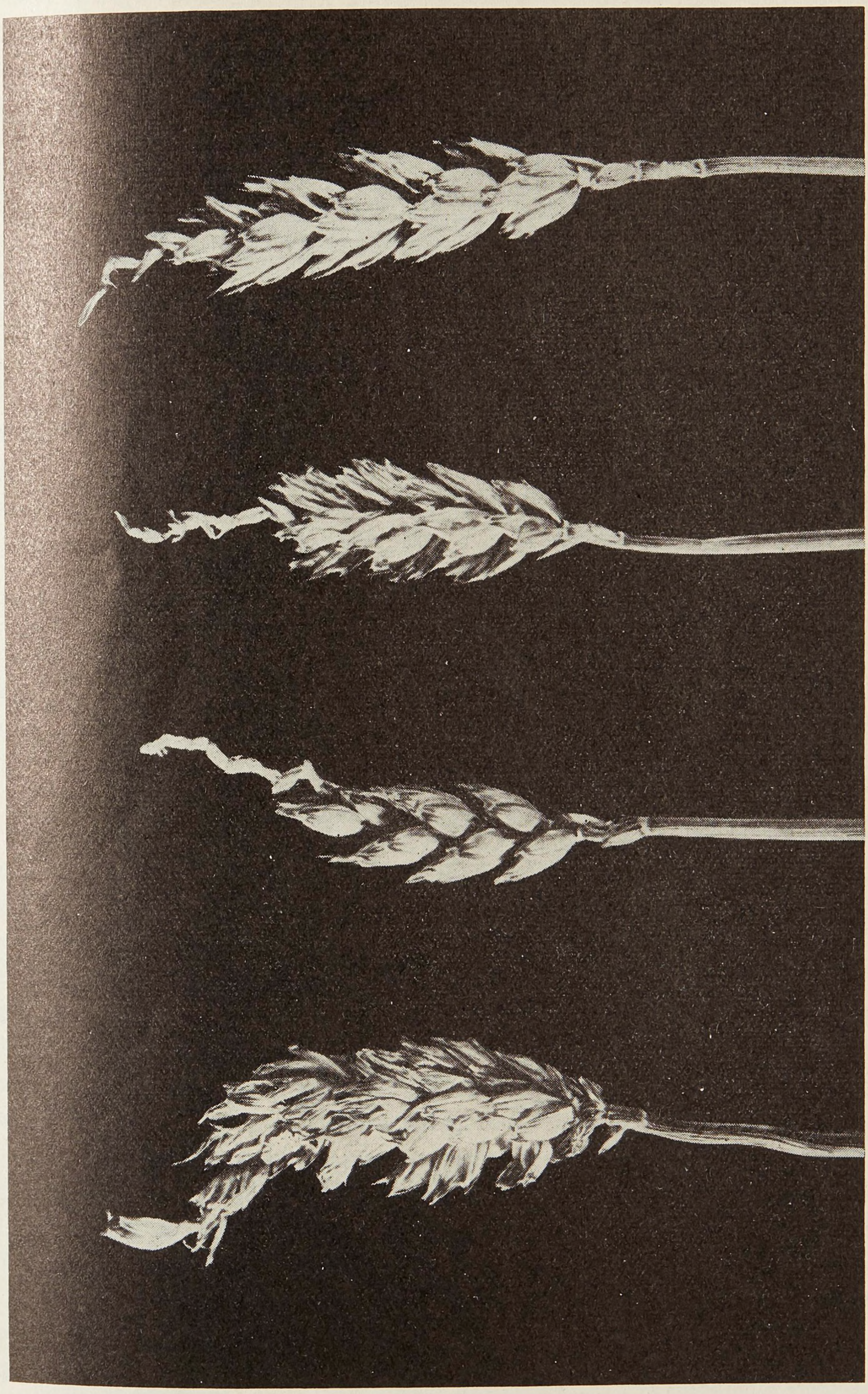


FIG. 15. — Épis stériles récoltés dans une parcelle de Blé *Fylgia* ayant reçu 0,5 kg à l'hectare d'ester éthylique du 2-4 D.

Signalons en outre que les produits solides n'ont pas provoqué de phénomènes de stérilité dans le cas de Blés d'hiver, ce qui s'explique par la précocité de leur emploi. Dans le cas des Céréales de printemps les produits solides employés en post-émergence se sont conduits comme les produits liquides correspondants. même en présence de nitrate de sodium. En post-émergence ils furent au contraire moins actifs et d'autre part le nitrate de sodium neutralisa presque complètement leurs propriétés morphogènes.

5°) Modifications du port

L'une des actions les plus remarquables exercées par les hétéro-auxines désherbantes a consisté dans une modification du port des dernières feuilles et des épis qui se dressaient verticalement même lorsque leur port normal était plus ou moins incliné. Ce phénomène a été provoqué par n'importe quel produit et même pour de faibles doses. On peut l'attribuer à une augmentation de la résistance mécanique des tissus des feuilles et de la base des rachis.

6°) Retard de la végétation (1)

En suivant le développement de Blés d'hiver ayant subi l'action d'hétéro-auxines désherbantes on a souvent constaté un retard de leur végétation par rapport aux témoins. Les matières nutritives élaborées dans l'appareil végétatif n'émigraient pas complètement dans les caryopses en voie de formation comme c'est le cas normalement, si bien que les feuilles et les tiges demeuraient vivantes et herbeuses au moment où les témoins avaient achevé de se dessécher. Ce retard de l'évolution végétative n'était pas accompagné d'un décalage analogue de la maturation des graines, car les plantes demeurées herbeuses mûrissaient leurs épis en même temps que les témoins. Leurs caryopses étaient normaux à tous les points de vue, mais peu nombreux, car ce retard de la végétation était toujours accompagné d'une stérilité partielle des épis. Il semble qu'en réalité l'arrêt de la migration des matières nutritives doive être considéré comme une conséquence de la réduction du nombre des grains, ceux-ci ne parvenant pas à épuiser les réserves contenues dans les feuilles (2). Toutefois dans certains cas (traitements réalisés avec 10 kg à l'hectare d'ester éthylique du 2-4 D) l'hétéro-auxine a paru contrarier directement la migration des réserves car les plantes demeurées herbeuses avaient produit des grains anormalement petits.

Cette perturbation de la migration a été observée seulement dans le cas de traitements ayant provoqué des phénomènes de stérilité, c'est-à-dire lorsque la substance active était appliquée au moment du gonflement. Elle s'est mani-

(1) La plupart des résultats mentionnés dans ce paragraphe ont été recueillis par M. CHEVALIER, maître de recherches à l'*Ecole Nationale d'Agriculture* de Montpellier.

(2) Cette explication a été proposée par M. CHEVALIER.

festée surtout dans le cas de pulvérisations d'ester éthylique du 2-4 D et dans une mesure beaucoup plus faible avec les autres produits liquides.

Nous avons observé un autre type de retard de la végétation consistant dans une inhibition du développement des talles. Parfois cette inhibition était

FIG. 16. — Épis produits par les diverses talles d'un pied de Blé *Bellevue* ayant reçu une dose d'ester éthylique du 2-4 D de l'ordre de 2 kg à l'hectare (traitement réalisé au début de la montaison). L'épi de gauche qui provient de la tige principale est à peu près normal ; les autres épis qui correspondent à des talles de plus en plus éloignées de la tige principale sont de plus en plus chétifs.

complète et chaque plante ne produisait qu'une tige. Le plus souvent elle n'était que partielle et l'on constatait que les épis portés par les talles étaient d'autant plus chétifs qu'ils se trouvaient plus éloignés de la tige principale (fig. 16).

7°) Nécroses

Signalons enfin que le contact direct des substances herbicides a fréquemment provoqué des nécroses au niveau des tiges et des feuilles. Ces nécroses apparaissaient quelques heures après le traitement sous l'aspect de plages décolorées qui se desséchaient par la suite. Elles furent très importantes dans

le cas de l'ester éthylique du 2-4 D mais très faibles dans le cas du sel de sodium du 2-4 D. Quant au M. C. P. A. il présenta une activité nécrotique un peu plus forte que le sel de sodium du 2-4 D.

CONCLUSIONS

L'examen des modifications morphologiques produites par les hétéro-auxines désherbantes nous a permis de déceler des phénomènes complexes et

Tableau résumant les diverses anomalies de la morphogénèse des Blés d'hiver sous l'action des hétéro-auxines

L'intensité de chaque phénomène a été évaluée au moyen de croix. Plus le nombre de croix est élevé et plus le phénomène considéré est accentué. Le signe o veut dire que l'action envisagée ne se produit pas. Le signe ↘ indique que le phénomène diminue d'intensité à mesure que le traitement est plus tardif. Le signe ↗ indique au contraire que le phénomène est d'autant plus accentué que le traitement a été réalisé plus tard.

Type de réaction	Stade atteint par la céréale au moment du traitement						Produit actif (on n'a considéré dans ce tableau que le cas de produits liquides)
	Germination	Tallage	Fin tallage	Première partie de la montaison (1)	Gonflement	Épiaison	
Rhizogénèse	+++	++	+	o	o	o	Tous produits
Formation de feuilles tubuleuses	+++++	+++++	++	+↘	o	o	Dérivés du 2-4 D
Modifications de la morphogénèse des épis..	o	+++	++	o	o	o	Dérivés du 2-4 D
Phénomènes de stérilité	o	o	o	o	++	o	Surtout ester éthylique du 2-4 D
Retard de la migration des réserves	o	o	o	o	+++	+++	Tous produits (surtout ester éthylique du 2-4 D)
Altération du développement des talles ..	o	o	o	o↗	+	o	Dérivés du 2-4 D (aucune observation n'a été faite pour le M. C. P. A.)
Modification des nœuds et fausse verse.....	o	o	o	o↗	++	o	Tous produits
Nécroses	+	+	+	+	+	+	M. C. P. A. et ester éthylique du 2-4 D

(1) La première partie de la montaison correspond à la période comprise entre le déclenchement de l'allongement de la tige et le moment où l'épi est suffisamment développé pour provoquer la dilatation de la gaine dans laquelle il est contenu (gonflement).

nuancés qui soulignent l'extraordinaire activité morphogène de ces substances. Le tableau ci-contre qui résume les résultats essentiels de notre travail en ce qui concerne les Blés d'hiver montre que les divers phénomènes provoqués par les hétéro-auxines ne s'opérent pas d'une manière désordonnée mais selon un déterminisme souvent rigoureux. Bien que ces processus soient associés pour donner un ensemble complexe on peut constater que la céréale au cours de son développement passe par une succession de phases dont les unes sont caractérisées par une grande réactivité et les autres par une inertie relative à l'égard des hétéro-auxines. Nos expériences permettent donc de mieux définir l'époque pendant laquelle une céréale peut être traitée sans risque important.

Signalons pour finir que les anomalies qui viennent d'être décrites sont en réalité le reflet de troubles physiologiques provoqués par les hétéro-auxines. L'étude de ces troubles s'impose à présent et les remarques concernant la migration des réserves indiquent la voie dans laquelle les recherches ultérieures devraient s'engager.

BIBLIOGRAPHIE

(1) ÅBERG (E.) et DENVARD (T.). — Abnormal spikes in barley caused by hormones derivatives. *Ann. Roy. Agric. Coll. Sweden*, **14**, 366-372, 1947.

(2) ÅBERG (E.), HAGSAND (E.) et VAARTNOU (H.). — Hormonderivat i kampen mot ogräs. *Växtodling*, **3**, 8-64, 1948.

(3) ANDERSEN (S.) et HERMANSEN (J.). — Effect of hormones derivatives on cultivated plants. *Den kgl. vet. og Landbohojskøles*, **26**, 141-203, 1950.

(4) ARVY (L.) et LHOSTE (J.). — Contribution à l'étude des régulateurs de croissance : l'action du 2-4 dichlorophénoxyacétate de sodium. *Rev. gén. Bot.*, **53**, 493-509, 1946.

(5) ARVY (L.) et LHOSTE (J.). — Sur l'action des solutions aqueuses de 2-4 dichlorophénoxyacétate de sodium sur la germination du Blé. *C. R. Soc. Biol.*, **140**, 74-76, 1946.

(6) CHABROLIN (Ch.) et THELLOT (B.). — Essais comparatifs des dérivés nitrés des phénols et des phytohormones en vue du désherbage sélectif des céréales. *C. R. Acad. Agric.* **33**, 661-665, 1947.

(7) DUFRÉNOY (J.). — Effets protecteurs du nitrate de potasse vis-à-vis des désherbants chimiques. *Potasse*, **24**, 165-167, 1950.

(8) KLINGMAN (D. L.). — Effects of spraying cereals with 2-4 D. *J. Amer. Soc. Agron.*, **39**, 445-447, 1947.

(9) LHOSTE (J.) et RAVAULT (L.). — Sur quelques effets du 2-4 dichlorophénoxyacétate de sodium sur lacroissance du Blé en plein champ. *C. R. Ac. Agr.*, **32**, 572-575, 1946.

(10) MURRAY (M. A.) et WHITHING (A. G.). — Effect of 2-4 dichlorophénoxyacetic acid on root development in young corn plants. *Bot. Gaz.*, **110**, 404-426, 1949.

(11) PEDERSEN (A.), ANDERSEN (S.), HERMANSEN (J.). — Hormonderivaternes virkning paa kulturplanterne. *Den kgl. vet. og landbohojskøles*, **25**, 147 p., 1948.

RECHERCHES SUR L'ACTION DU 2-4 D ET DU M. C. P. A. SUR CHRYSANTHEMUM SEGETUM L.

PAR

R. LONGCHAMP, M. ROY et R. J. GAUTHERET

Station Centrale de Physiologie végétale, Versailles.
Association Générale des Producteurs de Blé.
Faculté des Sciences, Paris.

INTRODUCTION

Dans certaines régions, notamment dans le Finistère, les champs de Céréales sont fréquemment infestés de *Chrysanthemum segetum*. Cette adventice est si envahissante qu'on en dénombre parfois plus d'une centaine de pieds au mètre carré et la puissance de son développement est telle qu'elle provoque d'importantes chutes de rendement.

Tous les efforts tentés jusqu'à présent pour s'en débarrasser ont abouti à des échecs ; l'utilisation du 2-4 D aux doses habituelles de 0,800 kg à 2 kg à l'hectare n'ont fourni aucun résultat et maintenant les cultivateurs l'emploient sans aucune conviction.

Au cours des recherches que nous avons entreprises avec le concours de l'I. N. R. A. et de l'A. G. P. B. (2,3) nous avons eu l'occasion de rencontrer cette adventice ; c'est ainsi que le terrain de Fouesnant dans lequel furent réalisés certains essais sur Céréales de printemps en était littéralement infesté, et nous avons donc pu étudier son comportement à l'égard du 2-4 D et du M. C. P. A.

Nos recherches ont porté sur environ 450 parcelles de 4 m² dans lesquelles on avait ensemencé diverses variétés d'Avoines et d'Orges de printemps. Les traitements furent réalisés à l'aide des sels de sodium du M. C. P. A. et du 2-4 D. Le premier fut employé sous forme de solutions aqueuses (1 000 litres à l'hectare). Le second fut employé de la même manière et en outre à l'état solide, dilué dans un support inerte (mélange de grès et de silex broyés) auquel on ajoutait dans certains cas du nitrate de sodium (100 kg à l'hectare). Les quantités d'hétéro-auxines contenues dans ces divers produits correspondaient à des doses de 2,5 ou 10 kg à l'hectare pour les formes liquides et 4 ou 10 kg à l'hectare pour les mélanges solides.

Nous avons réalisé un premier traitement le 30 mars, avant que le Chry-

santhème ne soit levé. Un second traitement fut pratiqué le 22 mai par temps clair à la température de 16°. Le Chrysanthème était alors en plein développement végétatif. Une troisième opération fut entreprise le 31 mai au début de la floraison. Ce dernier traitement fut interrompu par une menace de pluie. Celle-ci commença à tomber 2 heures plus tard (hauteur enregistrée : 3,8 mm). Les traitements furent achevés le lendemain par temps clair à la température de 19°.

Certaines des parcelles ayant subi ce dernier traitement ont donc reçu la pluie tandis que les autres n'ont pas été lavées.

Pour les deux premiers traitements nous avons employé tous les types de produits. Pour le troisième nous avons utilisé uniquement les produits liquides.

RÉSULTATS

Nous décrirons successivement les phénomènes de morphogénèse provoqués par les hétéro-auxines désherbantes puis leur action destructrice.

1°) Phénomènes de morphogénèse

Les hétéro-auxines désherbantes ont provoqué diverses modifications de la morphogénèse du Chrysanthème ; leur nature et leur intensité dépendaient du stade atteint par les plantes au moment du traitement.

Les traitements de préémergence et ceux réalisés pendant la période de développement végétatif ont déterminé des modifications des feuilles. Normalement les feuilles de *Chrysanthemum segetum* ont un limbe étroit, allongé et assez profondément découpé. Les feuilles produites par les plantes traitées étaient plus larges, moins longues et moins découpées que les feuilles normales. Cette modification ne se produisait que pour de fortes doses d'hétéro-auxine (5 à 10 kg d'acide libre à l'hectare) ; elle était en outre bien plus marquée avec le 2-4 D qu'avec le M. C. P. A.

Les traitements pratiqués au moment de la floraison ont provoqué d'autres phénomènes de morphogenèse affectant les tiges et les capitules. Les réactions des tiges étaient fort curieuses. Celles-ci s'allongeaient et s'épaississaient ; en même temps elles perdaient leur géotropisme si bien que les plantes se couchaient plus ou moins complètement. Par la suite les tiges ainsi modifiées devenaient translucides, perdaient leur chlorophylle et finissaient par mourir. Ces altérations furent obtenues presque uniquement avec le 2-4 D et pour des doses au moins égales à 5 kg d'acide libre à l'hectare.

Quant aux inflorescences, elles ont subi des transformations étonnantes. Normalement le capitule de *Chrysanthemum segetum* est très condensé et porte

sur son pourtour une couronne de fleurs ligulées (fig. 1). Sous l'action de sel de sodium du 2-4 D nous avons souvent constaté que les bords de la languette

FIG. 1. — Capitule normal de *Chrysanthemun segetum*.

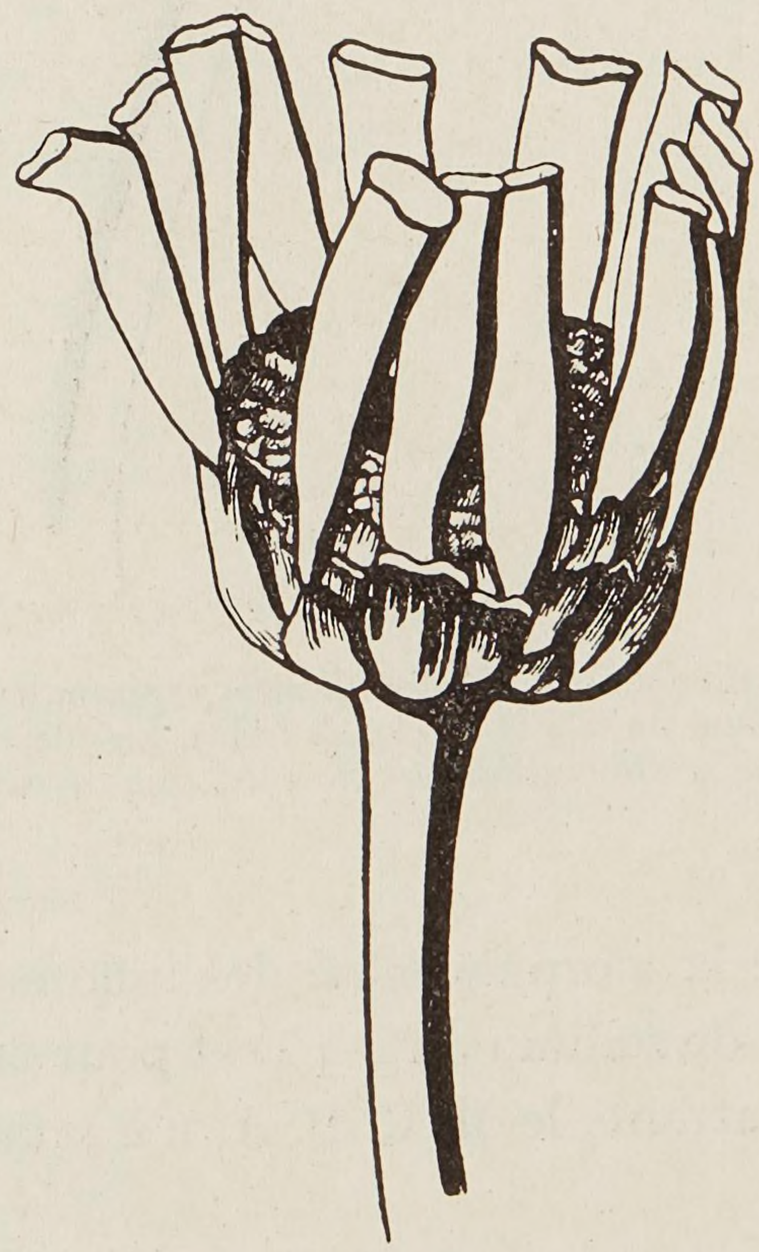


FIG. 2. — Capitule récolté sur un pied de *Chrysanthemun segetum* ayant été traité au moment de la floraison par du sel de sodium du 2-4 D (10 kg. à l'Ha). On constate que les fleurs ligulées se sont transformées en fleurs tubuleuses.

des fleurs ligulées se soudaient et celles-ci se transformaient donc en fleurs tubuleuses (fig. 2). D'autres fois la languette conservait une morphologie nor-

male mais se développait très faiblement, si bien que l'inflorescence paraissait dépourvue de fleurs ligulées. Mais dans ce cas le réceptacle s'hypertrophiait et les fleurs tubuleuses s'allongeaient, si bien que le capitule prenait un aspect semblable à celui d'une inflorescence d'*Eryngium* (fig. 3).

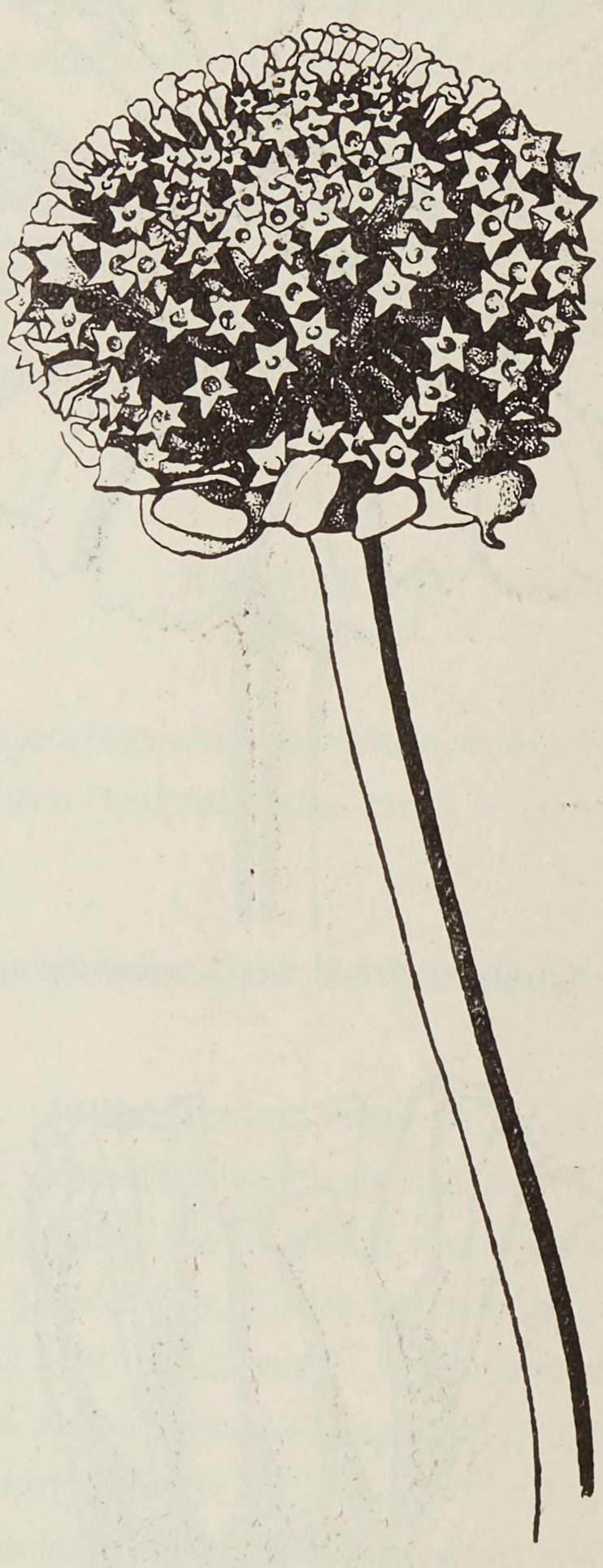


FIG. 3. — Capitule récolté sur un pied de *Chrysanthemun segetum* ayant été traité au moment de la floraison par du sel de sodium du 2-4 D (10 kg. à l'Ha). Les fleurs ligulées ont presque avorté. Par contre les fleurs tubuleuse se sont allongées au pied que le capitule présente l'aspect d'une inflorescence *d'Erynginm.*

Ces modifications de la morphogénèse des inflorescences se sont manifestées seulement avec le sel de sodium du 2-4 D et pour des doses au moins égales à 5 kg à l'hectare. Au contraire, le M. C. P. A. n'a jamais produit de déformations des inflorescences.

Signalons enfin que ces processus de morphogenèse n'affectaient qu'une faible proportion des inflorescences. Certaines ne réagissaient pas et d'autres très nombreuses avortaient complètement.

2°) Destruction

Le terrain d'essais mis à notre disposition contenait un peuplement très dense et homogène de *Chrysanthemum segetum*, de telle sorte que nous avons pu évaluer d'une manière assez précise l'action destructrice exercée par les traitements. Cette destruction fut estimée au moment de la floraison en dénombrant sommairement les capitules épanouis. Ce mode d'évaluation nous a paru satisfaisant car le Chrysanthème étant une plante annuelle on peut s'en débarrasser en l'empêchant de fructifier.

Nos expériences ont établi que le degré de destruction du Chrysanthème dépend essentiellement de la nature et de la dose du produit employé et aussi du stade atteint par la plante au moment du traitement.

Le tableau I qui résume nos essais montre que le 2-4 D est bien plus actif que le M. C. P. A. D'autre part la sensibilité de l'adventice varie en fonction de son degré de développement. Pour de fortes doses correspondant à 5 ou 10 kg à l'hectare d'acide libre, le Chrysanthème présente une sensibilité amoindrie pendant la période de développement végétatif et par contre un maximum de sensibilité qui se situe au moment de la floraison si l'on utilise le 2-4 D et au moment de la germination s'il s'agit du M. C. P. A. Pour de faibles doses d'hétéro-auxines correspondant à 2 kg à l'hectare d'acide libre, les traitements de préémergence sont au contraire dépourvus d'efficacité et l'on observe un maximum de sensibilité au moment de la floraison.

TABLEAU I

Destruction du Chrysanthemun segetum *par les hétéro-auxines désherbantes*

Les chiffres contenus dans ce tableau indiquent la proportion des capitules détruits

Stade atteint par les plantes au moment du traitement	Sel de sodium du 2-4D (en kg d'acide libre/ha)			Sel de sodium du M. C. P. A. (en kg d'acide libre/ha)		
	2	5	10	2	5	10
Traitement de préémergence (Plantes en voie de germination)	0	65 %	89 %	0	55 %	86 %
Plantes très développées mais n'étant pas encore sur le point de fleurir	25 %	55 %	72 %	0	22 %	55 %
Plantes sur le point de fleurir	40 %	88 %	96 %	20 %	30 %	60 %

Signalons encore que la pluie a réduit l'efficacité des traitements, ainsi qu'on peut s'en rendre compte en examinant le tableau II.

TABLEAU II

Action de la pluie sur l'activité des hétéro-auxines désherbantes

Deux séries de traitements furent réalisées au moment de la floraison : la première (31 mai) fut suivie d'une chute de pluie (3,8 mm) survenue 2 heures après la fin des opérations. La seconde fut faite le lendemain par beau temps.

Les chiffres indiquent la proportion des capitules détruits par ces deux traitements.

Parcelles non lavées						Parcelles ayant reçu la pluie					
Sel de sodium du 2-4D en kg d'acide libre/ha			Sel de sodium du M. C. P. A. en kg d'acide libre/ha			Sel de sodium du 2-4D en kg d'acide libre/ha			Sel de sodium du M. C. P. A. en kg d'acide libre/ha		
2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10
65 %	90 %	100 %	?	30 %	50 %	5 %	50 %	70 %	0	40 %	50 %

Cette réduction d'activité s'est manifestée pour le 2-4 D mais nous ne l'avons pas observée pour le M. C. P. A.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ET CONCLUSIONS

Le *Chrysanthemum segetum* est dans l'ensemble peu sensible aux hétéro-auxines désherbantes. Le M. C. P. A. ne parvient pas à le détruire, même à la dose de 10 kg par hectare. Le sel de sodium du 2-4 D peut l'endommager à la dose de 5 kg à l'hectare et même provoquer sa destruction si l'on porte la dose à 10 kg à l'hectare. Cette destruction ne peut d'ailleurs être obtenue que si l'on traite des plantes sur le point de fleurir.

Il existe un parallélisme étroit entre l'action toxique des hétéro-auxines désherbantes et leur faculté de provoquer des déviations de la morphogénèse. C'est ainsi que le M. C. P. A. qui ne détermine pas de malformations est bien moins nocif que le 2-4 D qui en provoque. D'autre part, celui-ci est surtout toxique au moment de la floraison, instant auquel il provoque d'importantes déviations de la morphogénèse (gonflement des tiges, perte du géotropisme, malformations des inflorescences). Ces phénomènes précèdent toujours la mort si bien qu'on doit penser que celle-ci ne résulte pas d'une intoxication directe mais de troubles physiologiques nuancés.

Le fait que le Chrysanthème présente un maximum de sensibilité au 2-4 D au moment où s'opère la floraison est évidemment curieux. Il s'agit là d'un fait analogue à celui signalé par BLACKMAN (1) à la suite de ses travaux sur la destruction de *Cirsium arvense*. Ce maximum peut s'expliquer soit par un accroissement de la sensibilité des cellules qui coïnciderait avec la floraison

soit encore en admettant que le 2-4 D pénétrerait plus facilement par l'inflorescence que par l'appareil végétatif.

Pour finir nous devons nous demander quelles peuvent être les conséquences pratiques de nos résultats. Signalons tout d'abord qu'ils nous permettent d'affirmer que les méthodes actuelles de désherbage qui consistent à utiliser une dose d'hétéro-auxine de l'ordre d'un kg à l'hectare sont totalement dénuées d'efficacité à l'égard du Chrysanthème. Il serait cependant possible d'endommager et même de détruire cette adventice en la traitant au moment de la floraison avec une forte dose de sel de sodium du 2-4 D (5 à 10 kg d'acide libre à l'hectare). Mais nous ne pouvons assurer que cette méthode soit la seule possible. Il convient en effet d'étudier d'autres produits que ceux que nous avons utilisés. Il est en outre souhaitable de réaliser de nombreux traitements échelonnés afin de saisir avec plus de précision que nous ne l'avons fait le maximum de sensibilité du Chrysanthème à l'égard des hétéro-auxines.

Il est enfin nécessaire de rechercher s'il est possible de faire disparaître le Chrysanthème d'un champ de Céréale sans provoquer des chutes importantes de rendement. *A priori*, il est permis d'en douter en raison des doses élevées qu'exige la destruction de cette adventice ; mais il se pourrait néanmoins qu'en opérant sur des Céréales assez résistantes au 2-4 D on puisse obtenir des résultats convenables.

Des essais ultérieurs nous permettront de savoir dans quelle mesure ce problème peut être résolu.

BIBLIOGRAPHIE

(1) Blackman (G. E.). — The control of weeds in grasslands with selective herbicides. *Fifth international grassland Congress*, **24**, 1949.

(2) Longchamp (R.), Roy (M.), Gautheret (R. J.). — Action de quelques hétéro-auxines sur la morphogénèse des céréales. *Ann. Am. plantes*, 305-327, 1952.

(3) Longchamp (R.), Roy (M.), Gautheret (R. J.). — Nouvelles recherches sur l'action de quelques hétéro-auxines désherbantes sur les céréales. *Ann. Am. plantes*, 117-174, 1952.

RELATIONS ENTRE LES EXIGENCES ÉCOLOGIQUES DES FOURRAGÈRES ET LES TYPES DE PATURES ET SAVANES DANS L'ARCHIPEL CARAIBE

PAR

H. STEHLE

Centre de Recherches Agronomiques des Antilles Françaises

La difficulté qui s'est manifestée dans la plupart des territoires Caraïbes au cours de ces dernières années, pour améliorer l'alimentation du bétail réside dans la connaissance exacte des exigences écologiques des fourragères exotiques considérées comme les meilleures et leur possibilité d'adaptation aux divers secteurs édapho-climatiques de cette région. Le problème essentiel qui se pose revient à répondre à cette question : « Quelle exotique pourraît remplacer avantageusement telle formation herbacée, savane ou pâture naturelle de qualité inférieure ? » Il faut d'abord bien définir les conditions de sol, de climat et les possibilités culturales du secteur, ensuite déterminer la composition floristico-sociologique de cette formation, pour en déduire sa valeur nutritive pour le bétail et enfin choisir, dans l'« inventaire extérieur » des fourragères exotiques, celles qui ont des exigences autorisant leur introduction, adaptation et culture, avec succès.

C'est afin de répondre à une semblable question par cette triple réponse qu'une classification préliminaire des fourragères exotiques a été dressée ici, non pas en liste taxonomique seule, mais dans le système des types et faciès définis pour les pelouses et savanes naturelles décrites dans une publication précédente des *Annales*.

C'est surtout un cadre de travail et un outil commode pour l'amélioration des pâtures plutôt qu'une classification définitive, rigide et complète, bien qu'elle soit basée sur une quinzaine d'années d'observations et investigations à travers cet Archipel. Elle est assez souple pour être adaptée aux secteurs essentiels des Territoires Caraïbes, en prenant en considération les facteurs du sol et du climat et la réaction biologique de la végétation spontanée. Elle peut être complétée par l'ajout, dans les diverses catégories, types ou faciès, de formations particulières à certaines îles. Le pH, qui est une indication précieuse, est figuré dans les limites offertes à la fois par les terres de pâtures examinées et les exigences des fourragères exotiques envisagées.

I. — PRINCIPALES FOURRAGÈRES EXOTIQUES POUR LES DIVERS TERRITOIRES DE LA CARAIBE

Esquisse de classification

TYPE (I) : XÉROPHILE

Pelouses des secteurs secs. — Température de 25 à 30 degrés centigrades. Pluviométrie de 750 à 1 100 mm d'eau par an. — Calcaires des diverses formations crétacées (Puerto-Rico, Grandes Antilles) ou Miocène (Grande-Terre. Antigue) etc... ou corallinées et dépôts marins, quaternaires : (Barbade, Guadeloupe).

pH de 7,2 à 7,8.

a) Faciès calciphile

Graminées

Andropogon caricosus L. var. *nodosus* (Willem.) Stehlé.	Petit foin d'Antigue.
Brachiaria sp. pl.	Australian sheep grass.
Chloris argentinensis.	Pampa d'Argentine.
Chloris gayana Kunth.	Rhodes grass, pied poule.
Ecotype de pampa d'Argentine.	
Ecotype du Maroc.	
Ecotype de Porto-Rico.	
Heteropogon contortus (L.) Beauv.	Tanglehead, petit foin.
Hyparrhenia hirta (L.) Stapf	Marocaine.
Ischaemum aristatum.	Toco grass.
Melinis minutiflora P. Beauv.	Molasses grass, herbe Melinis.
Pennisetum purpureum Schumach.	
var. Eléphant.	Eléphant.
var. Merker.	Merker.
Sorghum vulgare (L.) Pers.	
var. *sudanense* (Piper) Hitchc.	Sweet Sudan grass.
var. *succharatum* (Pers.) Boerl.	Sorgho sucré.

Légumineuses

Clitoria ternatea L.	Pois liane bleu.
Desmodium giroides DC.	Trèfle.
Galactia sp. pl.	Pois-pois.
Teramnus labialis (L. f.) Spreng.	Pois enivrant.

b) Faciès volcanique

Pelouses sur tuffs volcaniques, cendres et terres de décomposition de roches ignées diverses : andésites et labradorites, chaîne axiale de l'Arc Caraïbe (Jamaïque, Martinique, Guadeloupe).

pH de 6 à 6,8.

Graminées

Andropogon caricosus L. var. *subrepens* (Hack.) Stehlé.	Herbe à foin.
Bouteloua heterostega (Trin.) Griffiths	
Hyparrhenia rufa (Nees) Stapf	Jaraguagrass, herbe kangourou.
Panicum longijubatum Steud.	Marocaine.
Paspalum glaucum (L.) R. Br.	Pearl millet.
Pennisetum clandestinum Choiv.	Herbe kikuyu.
Sorghum halepense (L.) Pers.	Johnson grass, Sorgho d'Alep.
Sorghum vulgare (L.) Pers.	Sorgho.
(Plusieurs « strains » adaptés).	Pampa d'Argentine.
Trichloris sp.	Natal grass, herbe à laine, herbe à Noël.
Tricholaena repens (Willd.) Hitchc.	

Légumineuses

Clitoria rubiginosa Juss.	Pois razier.
Stylosanthes sp. pl.	Trèfles, pois jaunes.

c) Faciès psammophile

Pâtures littorales sur sables plus ou moins salins pouvant constituer des prés salés pour les moutons (Saint-Thomas, Puerto-Rico, Antigue, Guadeloupe, Barbade, Martinique et Trinidad : Côte Sous-le-Vent).

Graminées

Cynodon plectostachyon.	Chiendent grass.
Paspalum distichum L.	Paspalum ; Herbe des sables.
Sporobolus sp. pl.	Cabouyas.
Stenotaphrum secundatum (Walt.) Kuntze	St-Augustines grass,
Strain de Tefton, Caroline, à longues feuilles.	Chiendent blanc.

Légumineuses

Canavalia sp. pl.	Pois sabre et pois bord de mer.
Crotalaria juncea L.	Sonnettes tcha-tcha, Sunhemp
Indigofera subulata L.	Indigo exotique.
Tephrosia sp. pl.	Tephrosias.

TYPE (2) : MÉSOPHILE

Pelouses et savanes naturelles ou friches, de position intermédiaire en altitude (100 à 600 mètres environ), comme en condition climatique, de 1 100 à 1 800 mm de chute pluviométrique, sur sol alluvionnaire, souvent humide ou sur sols variés, à pH de 5,5 à 7,2 (Honduras, Jamaïque, Puerto-Rico, Trinidad, Guyanes, Guadeloupe).

a) Savanes herbacées ou pelouses mésophytiques

Graminées

Digitaria decumbens L.	Pied poule, Finger grass.
Digitaria Swarzilandensis.	Swaziland's finger grass.
Ischaemum ciliare.	Locuntu grass.
Panicum maximum Jacq. (divers strains).	Colonial Guinea grass.
Panicum purpurascens Raddi. (divers strains).	Para grass.
Paspalum destitutum.	« Paspalum ».
Paspalum dilatatum Poir.	Dallis grass.
Paspalum subciliatum.	« Paspale cilié ».
Paspalum vaginatum Swartz	Paspale rampant.
Pennisetum purpureum Schumach. (var. et hybrides).	Florida grass.
Tripsacum latifolium Hitchc.	Uganda grass.
	Guatemala grass, Herbe de Guatemala (vraie).

Légumineuses

Calopogonium mucunoides Desv.	Pois velu.
Crotalaria mysorensis Roth.	Sonnettes tcha-tcha.
Medigo sativa L. (« subtropical strains »).	Luzerne, Alfalfa, Lucerne.
Crotalaria spectabilis DC.	Sonnette cha cha.
Phaseolus aureus Roxb.	Pois doré.
Pueraria phaseoloides (Roxb.) Benth.	Tropical Kudzu.
Vigna unguiculata (L.) Walp.	Pois yeux noirs.

b) Friches de rizière

Elles s'observent surtout à Surinam et en Guyane britannique pour la région caraïbe. Leur double caractère est hélophytique et messicole ou post-cultural, après drainage et divers éléments de régularisation apportés par les techniques culturales.

Types des polders de Prins Bernhard et Margarethenburg, à Nieuw-Nickerie, en Guyane hollandaise.

pH de 5,5 à 6.

Graminées

Acroceras macrum.	Nil grass.
Digitaria argillacea (Hitchc. et Chase) Fernald.	Pied poule, Finger hen.
Digitaria ischaemum (Schreb.) Schreb.	Finger grass.
Panicum maximum Jacq.	Herbe de Guinée, « Strain ». Colonial grass.
Pennisetum purpureum Schumach. Var. Eléphant, Florida, Merkeri, Napier, Uganda, hybrides de Floride et hybrides de ce *Pennisetum* avec Millet, Sorgho et Short.	
Sorghum halepense (L.) Pers. Johnson grass ou Sorgho d'Alep.	
Sorghum vulgare (L.) Pers., dans ses variétés brésiliennes, type Brésil 11, 40, 60 et 63, Kafir, et ceux des Indes : M. 35-1, N. D. 15, Jewar n° 8 et Hegari.	
Sorghum vulgare (L.) Pers. var. *sudanense* (Piper) Hitchc., Sweet Sudan grass.	

Légumineuses

Desmodium cinereum Poepp.	Cha cha.
Desmodium uncinatum (Jacq.) DC.	Cha cha.
Macroptilium lathyroides (L.) Urban.	Pois rouge.
Vigna sinensis (Torn.) Hassk.	Pois z'yeux noirs.

La combinaison de ces Légumineuses avec les Graminées précitées, en essayant également le Kudzu en mélange avec les *Panicum* et *Pennisetum*, si le sol est assez drainé, est recommandable.

c) Friches de cultures vivrières

Existent dans tout l'Archipel, et à Surinam (Nieuw-Nickerie) (10-300 m). Leur composition floristico-sociologique varie avec le sol, la culture antérieure et l'ancienneté de la friche.

Les éléments culturaux de régularisation sont plus marqués que sur les friches de rizière. (Guadeloupe, Jamaïque, Trinidad, Surinam).

Graminées

Chloris gayana Kunth.	Rhodes grass.
Digitaria longiflora (Retz) Pers.	Herbe à vache.
Digitaria sanguinalis (L.) Scop.	Pied poule rouge.

Graminées *(suite)*

Ixophorus unisetus (Presl.) Schlecht.	Honduras grass.
	Mexican grass.
Paspalum notatum Fluegge.	Hybride Bahia × Pensacola.
Sorghum almum (Strain d'Argentine).	Columbus grass.
Tripsacum dactyloides (L.) L.	Gama grass.

Légumineuses

Desmodium axillare (Sw.) DC.	Trèfle cousin.
Phaseolus adenanthus G. F. W. Meyer.	Pois savane.
Phaseolus calcaratus Roxb.	Pois indien.
Pueraria phaseoloides (Roxb). Benth.	Kudzu.
Stizolobium aterrimum Piper et Tracy.	Pois de Bengale.
Stizolobium Deeringianum Bert.	Velvet bean, pois de velours
Vigna Hosei (Craig.) Backer.	Pois jaune.

Les mélanges fourragers les meilleurs sont *Panicum, Pennisetum* et *Digitaria* avec *Pueraria, Stizolobium* et *Vigna*.

TYPE (3) : HYGROPHILE

Savanes très humides, parfois semi-inondées. Terres alluvionnaires (bord. de mangrove) ou sur sols en cours de latéritisation.

Pluviométrie de 1 m à 2 m d'eau.

a) Faciès marginal de mangrove

Sol couvert d'eau périodiquement, à drainer. A substituer aux fougères dorées. Possibilité d'obtenir d'excellentes pâtures à bovins, après drainage, si le sol n'est pas salin.

pH voisin de 7.

Graminées

Coix lacryma-Jobi L. (« Strains » fourragers).	Job's-tears, larmes de Job.
Echinochloa pyramidalis (Lam.) Hitchc. et Chase.	Ti-millet, ti-graines.
var. *africana* Stehlé.	
var. *guadeloupensis* (Hackel) Stehlé.	
Ixophorus unisetus (Presl.) Schlecht.	Mexican grass.
Panicum aquaticum Poir.	Herbe d'eau.
Panicum notatum Fluegge.	Bahia grass.
Paspalum dissectum (L.) L.	Yerba de laguna.
Paspalum notatum Fluegge : Hybride Bahia × Pensacola.	Cuban grass.
Rottboellia exaltata L. f.	Rottboell grass.

Légumineuses

Desmodium uncinatum (Jacq.) DC.	Trèfle.
Indigofera endecaphylla Jacq. (« strains » de mangrove de Guadeloupe).	Indigo rampant.
Stizolobium Deeringianum Bert.	Velvet bean.
Stizolobium aterrimum Piper et Tracy	Pois de Bengale.
Vigna Hosei (Craig) Backer.	Petit pois jaune, trèfle jaune.
Vigna repens (L.) Kuntze	Pois rampant.
Vigna unguiculata (L.) Pers. (divers écotypes).	Pois yeux noirs, Black eye, cow-pea.

b) Faciès sur latérites

Sur latérites meubles, les savanes semi-arborées ou halliers inutilisées peuvent être transformées en pâtures convenables ; le chaulage est nécessaire dans ces sols à complexe argilo-humique très élevé.

pH variant de 4,5 à 6,2.

Graminées

Paspalum destitutum	Paspale indien.
Paspalum dilatatum. Poir. (form. plur.).	Dallis grass, Paspalum.
Ecotype de Guadeloupe.	
Ecotype de Porto-Rico.	
Ecotype de la Pampa d'Argentine.	
Paspalum distachyum Poit.	Paspale antillais, herbe pripri, herbe marais.
Paspalum distichum L.	Knotgrass.
Panicum reptans L.	Cent per cent.
Tripsacum dactyloides (L.) L.	Gama grass.
Tripsacum laxum Nash	Guatemala grass, Honduras grass.

Légumineuses

Alysicarpus vaginalis (L.) DC.	Ti-trèfle.
Crotalaria anagyroides H. B. et K.	Sonnettes, tcha-tcha.
Crotalaria Paulina Schrank	« «
Crotalaria breviflora DC.	« «
Crotalaria cubensis DC.	« «
Crotalaria Grantiana Harvey.	« «
Desmodium cinereum Poepp.	
Macroptilium lathyroides. (L.) Urban	Pois rouge.

TYPE (4) : CLAIRIÈRES FORESTIÈRES

Pas de substitution de pâture à suggérer, mais le retour à la forêt primitive par reconstitution au moyen de la méthode des points d'appui ou plantation d'essences précieuses : Mahogani du Honduras, bois de rose, etc...

II. — TECHNIQUE DE VALORISATION PASTORALE

Lorsque l'étude pédologique et floristico-sociologique d'une pâture naturelle, d'une savane herbacée ou semi-arborée, d'une friche à valoriser par l'établissement d'un herbage, a été réalisée, permettant de classer cette formation végétale dans l'un des types, sous-types ou faciès décrits dans l'étude précédente (*Annales*, 1951), les listes ci-dessus permettent de choisir rationnellement les Graminées et Légumineuses fourragères exotiques à expérimenter.

Le problème de la meilleure méthode technique de valorisation pastorale se pose alors, même si des micro-essais de comportement et des expérimentations convenables ont été réalisés dans les stations de recherche et les jardins des Services d'Agriculture, aux Antilles et dans les Guyanes.

Les cas de friches sur rizière, de savanes herbacées sur latérites ou alluvions, de marécages marginaux de mangrove ou de rivière, sont fréquents dans la plupart des Territoires Caraïbes, depuis le Honduras britannique, jusqu'en Guyane française, à travers toutes les Grandes et Petites Antilles.

La réalisation de polders pour la valorisation pastorale dans les Guyanes est, par exemple, l'un des cas les plus typiques et les plus délicats.

La technique que l'étude de tels secteurs particuliers dans leurs conditions édapho-climatiques et leur composition physionomique végétale, nous permet de préconiser, consiste en une série d'opérations élémentaires successivement effectuées.

Elles sont succinctement décrites ci-après :

1° Choix de la valorisation

Elle peut être culturale ou fourragère de préférence. L'analyse biologique, par les indicatrices, physico-chimique au laboratoire et pédologique, ainsi que la détermination de la hauteur de la nappe phréatique dans le sol, sa salinité, le pH de l'eau et du sol et les nécessités éventuelles de drainage doivent donner préalablement un faisceau d'indications judicieuses.

2° Drainage en quadrillage serré

Le drainage, suivant un plan bien établi, en fonction de ces données sera en général indispensable pour la valorisation pastorale du polder. La distance de 6 m pour les drains est la meilleure.

3° Traitement par phyto-hormones

Le sarclage préalable des hautes herbes adventices étant cher et mal commode, en raison du coût élevé de la main-d'œuvre et de la difficulté de passage dans ces milieux semi-inondés avec des instruments mécaniques de labourage, fauchage ou sarclage, il est à préconiser, pour le nettoyage du sol, l'emploi des phyto-hormones générales ou spécifiques. Les *Thalia, Jussieua, Ipomoea,* et toutes plantes à feuilles larges, sont aisément détruites par le 2-4D, fernoxone ou agroxone, mais il faut réaliser des essais de produits et concentrations diverses, avec désherbants spécifiques et plus actifs pour les *Cyperus, Kyllinga, Fimbristylis* et autres *Cypéracées,* surtout celles qui, comme le *Cyperus rotundus* L., sont des hémi-cryptophytes et possèdent des bulbilles dans le sol pour leur multiplication végétative. Un traitement de pré-émergence est à conseiller.

4° Installation de parcelles expérimentales sur les talus et ados

En se laissant guider par les listes figurant au paragraphe précédent et en tenant compte de la composition floristique du polder, des parcelles expérimentales en micro-essais, puis avec répétitions, seront installées sur les talus et ados.

Des constatations et notations, morphologiques et physiologiques, feront l'objet d'inscription sur cahier *ad hoc* formant un ensemble communiqué au Directeur de la Station Expérimentale qualifié pour interprétations des essais et suggestions à leur sujet, dans le double domaine technique et scientifique.

5° Plantation en parcelles de multiplication des meilleures fourragères

Les Graminées et Légumineuses fourragères les meilleures d'après ces essais, seront multipliées sur des parcelles plus larges à la fois en culture pure et plantations associées, en prenant comme éléments de départ les semences, boutures et éclatements de touffes nécessaires dans les micro-essais précédents.

6° Extension à tout le polder et à d'autres similaires des résultats enregistrés

Les meilleures fourragères retenues feront l'objet de plantation ou de dissémination dans tout le polder. La méthode des points d'appui et des pépinières volantes, dispersées çà et là, sera mise en œuvre.

Les conditions d'adaptation, de repousse sous la dent du bétail pour de telles pâtures, seront prises en considération par priorité.

7° Installation soignée de plantations complémentaires pour la coupe périodique

Le bétail pouvant ne pas avoir une quantité suffisante de nourriture avec les produits de la pâture du polder, au moins à certaines époques de soudure,

d'hivernage (inondation) ou de saison sèche (manque d'herbe), il y aurait intérêt à prévoir, pour les jeunes et les vaches laitières au moins, un complément d'alimentation. Celui-ci peut être obtenu par des sous-produits et des tourteaux importés ou par une culture fourragère en mélange de Graminées et Légumineuses, particulièrement bien soignée, avec engrais et sarclages, permettant à tout instant de compléter la ration à l'étable et d'avoir des semences pour les pépinières secondaires disséminées dans le polder.

Dans une grande exploitation, la rotation riz → maïs → sorgho et → assolement fourrager perenne, paraissent constituer la meilleure valorisation à conseiller pour de tels polders.

Aussi, de nombreuses terres encore incultes seront susceptibles d'être ouvertes à l'élevage, dont l'intensification dans l'Archipel Caraïbe est une nécessité vitale et unanimement reconnue.

BIBLIOGRAPHIE

(1) ALLMAN (A. T.) et SEMPLE (R. T.). — L'élevage dans la Caraïbe, Rapport présenté à la Conférence des Indes Occidentales, à Curaçao, septembre 1950.

(2) *Caribbean Commission, Central Secretariat.* — Animal husbandry in the Caribbean, Kent House, Port-of-Spain, Trinidad, 1950.

(3) ELLIS (T. O.) et BURROWES (W. D.). — Results of experiments on yield, composition and reponses to fertilizers of Napier grass and Guinea-grass in Jamaïca, *Dep. Agr. Jam., Kingston*, **43**, 1950.

(4) HITCHCOCK (A. S.). — Manual of the Grasses of the West Indies. *Miscell. Publ. U. S. Dept. Agric.*, 243, 1936.

(5) PATERSON (D. D.). — The cultivation of perennial fodder grasses in Trinidad. *Trop. Agric. Trin.*, **16**, 55-7, 1939.

(6) — The utilisation of cultivated fodder grasses in Trinidad. *Trop. Agric. Trin.*, **18**, 226-8, 1941.

(7) — Grassland management in the West Indies, in *I. A. B., Bull. n°* 31, Aberystwyth, août 1944.

(8) STEHLÉ. — Écologie et Géographie botanique de la Guadeloupe et Dépendances, Basse-Terre, 1935.

(9) — Esquisse des Associations Végétales de la Martinique, Fort-de-France, 1937.

(10) — Pasture and fodder grass development and improvement in French Caribbean Territories, *Carib. Comm., Port-of-Spain, Trinidad*, 1950.

(11) — L'élevage et ses possibilités d'amélioration in « Marches Coloniaux du Monde », *n° spéc. Guad.*, 13 mai 1950.

(12) — Le Centre des Recherches Agronomiques in « Marchés Coloniaux du Monde » *n° Spe Guad.*,13 mai 1950.

(13) — Index seminum Antillarum gallicarum : Semences de végétaux utiles du Centre de Guadeloupe (Antilles françaises), 1-20, 1950.

(14) TELFORD (E. A.) et CHILDERS (F. N.). — Tropical kudzu in Puerto-Rico. *Circ.*, n° 27, mars 1947.

(15) TROTMAN (A. E.). — Investigations 1948-49. Department of Agriculture, *Jamaïca, Bull. Kingston*, **45**, 1950.

(16) WHYTE (R. O.). — The grasslands of Latin America. *Chron. Bot. Waltham* U. S. A., **6**, 443-5, 1342.

LE ROLE DU TÉGUMENT DES GRAINES D'ARBRES FRUITIERS DANS LEUR GERMINATION (genre Prunus)

PAR

P. REMY

Station de Recherches Viticoles et d'Arboriculture Fruitière du Sud-Ouest

---

Les études entreprises aux Etats-Unis depuis 1930 par H. B. TUKEY et Miss FLEMION ont permis de préciser les conditions de la germination des amandes d'arbres fruitiers (surtout des Pêchers), et, en particulier, l'importance de la stratification sur la croissance de la tige. Leurs résultats, très résumés ici, sont les suivants :

— il est possible d'obtenir la germination avant même la maturité du fruit, à condition d'enlever les téguments de la graine et de placer l'amande sur un milieu favorable aseptique (humidité suffisante, absence d'infection par les microorganismes).

— les plantes provenant de ces amandes ont une croissance très faible, surtout de la partie aérienne, à moins qu'elles ne soient exposées à des températures convenables pendant une durée convenable, c'est-à-dire à une stratification expérimentale. Pour le Pêcher, les conditions optimum sont : 60 jours à + 5°C.

A la Station de Recherches Viticoles et d'Arboriculture Fruitière de la Grande Ferrade, nous utilisons des techniques analogues à celles de TUKEY et Miss FLEMION pour obtenir la germination de certains plants hybrides, soit avant leur stratification, si l'on veut gagner du temps, soit après leur stratification naturelle, si l'on veut récupérer à la fin du printemps des plants qui n'ont pas germé, à cause d'une dose probablement insuffisante de froid.

La technique utilisée est très simple :

— le support de la germination est constitué par de la gélose à 1 %, que l'on place dans des flacons à fermeture métallique, puis que l'on stérilise.

— l'amande est prélevée lors de la maturité du fruit, décortiquée par élimination des deux téguments et dégagement de la radicule, désinfectée dans une solution à 5 % d'eau de Javel, et déposée aseptiquement sur la gélose.

La germination (écartement des cotylédons et croissance de la racine) est visible au bout de 5 à 20 jours suivant les cas.

Nous avons essayé, en 1950 et 1951, de préciser le rôle du tégument en mettant sur gélose des amandes non exposées au froid, mais possédant plus ou moins leurs téguments. Les essais ont été entrepris avec les amandes de trois espèces différentes du genre Prunus :

	P. armeniaca	*P. domestica*	*P. persica*
Témoin	5 amandes mises sur gélose. 3 germées.	10 amandes mises sur gélose. 10 germées.	10 amandes mises sur gélose. 10 germées.
LOT 1	5 amandes. aucune germination.	5 amandes. aucune germination.	5 amandes. aucune germination.
LOT 2	5 amandes. 1 germée. croissance très retardée.	5 amandes. 4 germées. croissance lente.	5 amandes. 5 germées. croissance légèrement plus faible que témoin.
LOT 3	5 amandes. aucune germination.	5 amandes. 2 germées (cotylédons non écartés). (4 germées 30 jours aprés la mise sur gélose).	5 amandes. 2 amandes ont donné une racine de 3 cm et une tige tordue.
LOT 4	5 amandes. 2 germées. avec tige tordue.	5 amandes. 5 germées. cotylédons non ouverts, croissance retardée de la tige.	5 amandes. 5 ont donné une racine, la tige se dégage très difficilement.
LOT 5	7 amandes. 4 amandes germées.	5 amandes. 3 amandes germées. (5 amandes germées 30 jours après la mise sur gélose).	5 amandes. 5 amandes germées.
LOT 6	5 amandes. 4 amandes germées.	4 amandes. 4 germées.	2 amandes. 2 amandes germées.

P. armeniaca, variété *Bulida* (Abricotier).

P. persica, semis de la variété *May Flower*, F_1 *S 491-1* (Pêcher).

P. domestica, variété *Reine Claude d'Oullins* (Prunier).

Les traitements appliqués étaient les suivants :

Témoin. — Amande sans téguments — radicule dégagée.

Lot 1. — Amande intacte, avec téguments.

Lot 2. — Téguments laissés sur les deux cotylédons, mais enlèvement d'une bande de téguments suivant la séparation des cotylédons et permettant l'écartement de ceux-ci — radicule dégagée .

Lot 3. — Tégument externe entièrement enlevé — le tégument interne, translucide, étant conservé — radicule non dégagée.

Lot 4. — Téguments enlevés autour de l'embryon, laissés à l'autre extrémité des cotylédons, et empêchant ainsi leur écartement — radicule dégagée.

Lot 5. — Téguments laissés sur un cotylédon seulement — radicule dégagée.

Lot 6. — Diffusion de téguments dans la gélose pendant 4 jours — puis mise sur la gélose d'amandes témoins.

Les résultats de cet essai, d'après les observations effectuées 15 jours après la mise en germination, et rassemblées dans le tableau ci-joint, montrent que l'inhibition de la germination de graines d'arbres à fruits à noyau (genre *Prunus*) semble due, dans la plupart des cas observés, à une résistance mécanique des téguments empêchant les cotylédons de s'entr'ouvrir.

La présence des téguments n'empêche pas la germination proprement dite de se produire si la racine peut pousser et la tige se dégager d'entre les cotylédons, bien que ceux-ci ne puissent s'écarter. En revanche, la présence de portions de téguments sur les cotylédons ralentit la croissance des plants, vraisemblablement en empêchant une imbibition convenable des cotylédons, donc en diminuant l'intensité du métabolisme au moment de la germination.
Voir tableau p. 348.

D'après l'examen du Lot 6, il n'apparaît pas que les téguments inhibent la germination par une substance chimique diffusible dans la gélose.

Ces observations semblent découler d'un phénomène général, puisque les trois espèces réagissent de la même façon.

Elles confirment les hypothèses qu'ont émises récemment GILMORE sur le Pêcher, et SMITH sur le Cotoneaster, hypothèses d'une résistance mécanique des téguments à l'ouverture des cotylédons, et dont nous n'avions pas connaissance au moment de la réalisation des essais ci-dessus.

BIBLIOGRAPHIE

FLEMION (Miss). — D'après CROCKER, Growth of Plants, chap. III. Dormancy in Seeds (Boyce Thompson Institute). *Reinhold Publishing Corporation*, 1948.

GILMORE (A. E.). — A Technique for embryo culture of Peaches. *Hilgardia*, vol. 20, n° 8, p. 147-70, sept. 1950.

SMITH (B. C.). — An Investigation of the Rest period in the Seed of the genus Cotoneaster. *Proc Am. Soc. Hort. Sci.*, vol. 57, p. 396-400, 1951.

TUKEY (H. B.). — Artificial culture methods for isolated embryos of deciduous fruits. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, vol. 32, p. 313-322, 1934.

DOCUMENTATION

JONARD (P.). — **Les blés cultivés en France.** *Institut National de la Recherche Agronomique.* 1 vol., 491 p., 1951.

La première édition de cet ouvrage étant épuisée depuis longtemps, l'auteur a fait paraître une seconde édition considérablement augmentée. Dans un premier chapitre les diverses méthodes de classification agronomique et botanique sont discutées. L'auteur se rallie à celle de VAVILOV qui lui paraît la plus rationnelle. Il donne ensuite des indications sur l'origine génétique des blés français et montre que le petit nombre de géniteurs qui sont à la base de la plupart des variétés leur ont conféré un certain nombre de qualités et de défauts communs qui donne à l'ensemble l'allure d'un écotype.

Dans le second chapitre, l'auteur reprend et complète les caractères morphologiques de l'épi et du grain déjà utilisés dans la première édition et décrit toute une série de caractères végétatifs auxquels il n'avait pas encore fait appel.

Le troisième chapitre, consacré aux caractères physiologiques, est entièrement nouveau. Certaines parties, relatives en particulier à la résistance au froid et à l'échaudage, font le point de l'état actuel de ces questions. Il en est de même pour le tallage, l'alternativité et la précocité.

L'étude de ces caractères a surtout pour but de préciser la difficulté de leur appréciation.

Cette révision générale est suivie de clefs de détermination et de fiches descriptives ayant trait à l'ensemble des variétés inscrites aux Catalogues Français des Espèces et Variétés.

Cet ouvrage, attendu depuis longtemps, comble une lacune créée par le rapide épuisement de l'édition précédente. Il est susceptible de rendre des services importants aux chercheurs, aux sélectionneurs, aux agriculteurs et à tous ceux qui s'intéressent au blé. La belle présentation en rend la consultation agréable et le maniement aisé.

R. M.

GÉNÉRALITÉS

1° Cytologie

BJÖRKMAN (S. O.). — **Chromosome studies in** *Agrostis*. (Etudes chromosomiques chez les Agrostis). *Hereditas*, XXXVII, 3-4, 465-468, 1951.

Il s'agit là d'une étude cytologique relative aux nombres chromosomiques des *Agrostis* de la section *Trichodium*.

A. canina est formé de 2 variétés : *fascicularis* $2n = 14$, *arida* $2n = 28$ tétrapoloïde. Des types intermédiaires triploïdes ou polysomiques sont fréquents dans la nature. L'auteur donne quelques nombres chromosomiques.

Agrostis borealis $2n = 56$, *A. rupestris* $2n = 28$, *A. alpina* $2n = 14$, *A. schleicheri* $2n = 42$, *A. setacea* $2n = 14$, *A. salmantica* $2n = 14$, *A. clavata* $2n = 42$, *A. hiemalis* $2n = 42$, *A. perennans* $2n = 42$.

M. KER.

JONES (M. D.) et BROWN (J. G.). — **Pollinisation cycles of some grasses in Oklahoma.** (Cycles de pollinisation de quelques graminées dans l'Oklahoma). *Agron. J.*, XLIII, 5, 218-222, 1951.

Les auteurs ont étudié la durée et le moment où une série de graminées libéraient leur pollen. La majorité des espèces fleurissent le matin entre 4 h 30 et 7 h 30, sauf la Fétuque élevée dont l'anthèse a lieu en début d'après-midi, et pour le Brome inerme en fin d'après-midi.

L'époque pendant laquelle les graminées étudiées fournissent du pollen varie, en durée de 6-8 jours à 3 semaines. Il y a une corrélation étroite entre le nombre de fleurs par inflorescence, et la durée de la période où des anthèses se produisent.

Chaque espèce a un comportement spécial vis-à-vis des facteurs externes conditionnant la floraison. En général, la température est un facteur influençant peu l'anthèse. La rosée, la pluie, l'absence de vent, l'abondance de nuages, retardent l'anthèse, mais ne l'empêchent pas.

Y. Dem.

Lorenzo-Andreu (A.). — **Accion de varias sales alcalinas sobre la division cellular en Allium cepa.** (Action de divers sels alcalins sur la division cellulaire d'Allium Cepa). *Ann. Aula Dei*, II, 2, 174-186, 1951.

L'auteur étudie l'action de différents sels de Lithium, Sodium, Potassium et Ammonium sur les méristèmes de racines d'*Allium cepa* et observe une échelle d'activité des cations correspondants sur la mitose. Cette activité est la suivante : on a par ordre d'activité décroissante $Li^+ > Na^+ > K^+$ et NH_4^+.

L'action de ces différents ions ne présente pas de différences notables du point de vue qualitatif. En outre, à l'intérieur de certaines limites, l'action ne semble pas dépendre du nombre de cations présents dans la solution et est probablement fonction de la molarité et non de la normalité.

Les réactions provoquées les plus importantes sont l'agglutination et la contraction des chromosomes. Ces deux effets semblent liés et une tentative d'explication est proposée qui s'appuie sur la théorie de la coacervation. Il semble que ces effets soient une fonction de la concentration de l'agent car à une certaine concentration on obtient simultanément agglutination et contraction. Le Lithium est un agent remarquable en ce qui concerne la viscosité. On constate une très faible action *c*-mitotique.

S. Es.

Morgan, Jr. (D. T.) et Rappleye (R. D.). — **Polyembryony in Maize and Lily following, X-irradiation of the Pollen.** (Polyembryonie chez le Maïs et le Lis après action des Rayons X sur le pollen). *J. Hered.*, XLIII, 2, 91-93, 1951.

Les auteurs font des croisements avec du pollen irradié et constatent chez *Zea Mays* et *Lilium regale* une augmentation significative de la proportion de semences polyembrioniques.

Ces embryons surnuméraires produits artificiellement ont même structure que ceux qui apparaissent dans la nature, on trouve parfois des déformations ou des fusions entre les jumeaux.

L'étude chromosomique des méristèmes de racines montre qu'on a toujours des plantes diploïdes, quelquefois cependant il apparaît un embryon haploïde. Des travaux embryologiques et génétiques essayent d'interpréter l'origine de cette polyembryonie.

Y. Dem.

Nygren (A.). — **Experimental Studies in Scandinavian Alpine plants. II. On the Origin of the Groenlandic species** *Melandrium triflorum* (R Br.) J. vahl. (Etudes expérimentales sur les plantes alpines Scandinaves. II. Sur l'origine de l'espèce Groenlandaise Molandrium triflorum (R. Br.) J. Vahl.) *Hereditas*, XXXVII, 3, 373-381, 1951.

A la suite de croisements et d'études cytologiques portant sur 3 espèces de *Melandrium* arctiques : *Melandrium furcatum* (Raf.) Hulten, *Melandrium apetalum* (L.) Fonzl, *Melandrium triflorum* (R. Br.) J. Vahl, il apparaît très probable que ce dernier est un amphidiploïde provenant du croisement *M. furcatum*, sous espèce *Angusiiflorum* $2n = 48$ et de *M. apetalum* $2n = 24$. Le *Melandrium triflorum* possède un stock chromosique $2n = 72$. Le croisement précédent, effectivement réalisé, a donné des plantes à $2n = 36$, stériles, qui se rapprochent beaucoup par leurs caractères du *M. triflorum*, originaire du Groenland.

M. Ker.

2° Génétique

Hanson (W. D.) et Kramer (H. H.). — **The determination of linkage intensities from F2 and F3 genetic data involving chromosomal interchange in barley.** (Détermination des

intensités de linkage, à partir des données génétiques des F2 et F3, à propos d'un interchange chromosomique de l'orge). *Genetics* XXXV, 5, 1, 559-569, 1950.

Chez l'orge, la détermination du linkage entre le point d'interchange de chromosomes non homologues et une paire d'allèles est difficile parce qu'on ne peut phénotypiquement distinguer les gamètes recombinés des non recombinés.

La méthode exposée dans cette étude pallie à cet inconvénient. Elle présente en outre deux points intéressants : l'utilisation des proportions de la F3 dans le calcul des intensités de linkage, et l'emploi de gènes létaux au stade plantule comme marqueurs.

L'étude d'une translocaton entre les chromosomes IV et VI de l'orge illustre dans une seconde partie les raisonnements théoriques du début.

Y. Dem.

Jones (D. F.). — **The interrelation of plasmagenes and chromogenes in pollen production in maize.** (Rapports entre plasmagènes et chromogènes dans la production de pollen chez le maïs). *Genetics*, XXXV, 5, 1, 507-512, 1950.

L'avortement du pollen chez le Maïs et d'autres plantes est provoqué par des gènes récessifs portés par les chromosomes et aussi par des facteurs extra-nucléaires, présumés propagés et transmis par le cytoplasme.

On désigne respectivement ces deux types de déterminants héréditaires par chromogènes et plasmagènes.

La stérilité génétique ou cytologique mâle varie de la stérilité complète à la production de pollen fonctionnel dans des proportions variées.

Certains chromogènes ont le pouvoir de restaurer la production de pollen plus ou moins complètement chez des plantes qui présentent une stérilité cytoplasmique totale dans d'autres combinaisons.

Des plasmagènes qui conditionnent vraisemblablement la stérilité du pollen n'ont pas d'autres effets sur le développement et les détails structuraux des plantes.

Plasmagènes et chromogènes conditionnant la stérilité mâle quand ils agissent simultanément dans les mêmes plantes, n'ont vraisemblablement pas d'effet réciproque ; ils sont indépendants dans leur action.

Le pollen produit par des plantes à stérilité cytologique mâle partielle cède le pas au pollen normal quand ils sont en compétition.

H. Tou.

Williams (C. B.). — **Diversity as a measurable character of an animal or plant population.** (La variabilité, caractère mesurable d'une population animale ou végétale). *Année Biol.*, XXVII, 2, 129-141, 1951.

L'auteur indique le moyen de déterminer quantitativement la variabilité d'une population à l'aide d'un « coefficient de variabilité » qui est d'autant plus élevé que la variabilité est plus grande. Dans la plupart des cas, les distributions de fréquence des espèces, et compte tenu du nombre des individus par lequel elles sont représentées, et des genres compte tenu du nombre d'espèces qu'ils contiennent, suivent une loi bien définie (série logarithmique). On peut alors estimer le coefficient sans connaître l'effectif de la population. Mais l'auteur ne donne aucune méthode de calcul de l'erreur de ce coefficient.

On peut envisager deux applications principales : test d'identité de deux associations écologiques, étude de la variation du coefficient en fonction d'un facteur donné.

C. H.

3° Techniques culturales

Armiger (W. H.), Clark (K. G.), Lundstrom (F. O.) et Blair (A. E.). — **Urea-form : greenhouse studies with perennial Rye-grass.** (Formes d'urée : études en serre sur le Ray-grass anglais). *Agron. J.*, XLIII, 3, 123-127, 1951.

Les auteurs étudient l'action de diverses formes d'urée sur la teneur en matières sèches et en azote chez *Lolium perenne*. Leurs résultats montrent que ces divers produits possèdent différentes teneurs en azote utilisable. L'action de l'azote y est moins violente, mais plus soutenue que pour les engrais azotés courants. Ceci permet d'utiliser des doses d'azote plus élevées, ce qui est d'un gros intérêt pour les cultures pérennes et en particulier les prairies.

Y. Dem.

HENRIET (J.). — **Chimie des herbicides à base de l'acide 2-4-dichlorophénoxyacétique.** *Ann. Gembloux*, VI, 7, 1-8, 1950.

Les hormones herbicides sélectives actuellement commercialisées ont comme produit de base des composés contenant le groupement phénoxy. Le plus connu de ces composés est l'acide 2-4 dichlorophénoxyacétique.

L'auteur décrit différentes méthodes de synthèse entre autre celle de SYNERHOLM et ZIMMERMAN, de EBEL et ses collaborateurs et de BUCKLE et WANZON. Puis il montre comment l'activité hormonale des acides phénoxyolkylcarbonyliques est augmentée par l'introduction d'atomes halogénés ou de groupements méthyliques (oxydation des acides par la plante, par la destruction d'atomes de carbone).

Trois groupes de composés de base ont été lancés dans le commerce :

l'acide 2-4-dichlorophénoxyacétique,

l'acide 2-4-5 trichlorophénoxyacétique (U. S. A.),

l'acide 2 méthyl-4-chlorophénoxyacétique (Angleterre) = M. C. P. A.

L'activité herbicide réclame une concentration d'environ 1 gr par litre d'eau, les acides 2-4-D étant très peu solubles dans l'eau. L'auteur énonce les trois solutions proposées pour les rendre utilisables :

transformer les acides libres en sels solubles dans l'eau, transformer les acides libres en esters ou en amines émulsionnables, ou dissoudre les acides dans un solvant convenable, émulsionnable dans l'eau.

Il en est tiré les conclusions pratiques suivantes : dans un sol argileux sec la toxicité est assez longue ; en sol humide, elle est rapidement détruite ; en sols calcaires ou récemment éboulés, l'efficacité est la plus grande et la plus longue (13 à 18 semaines).

Le 2-4-D n'est pas toxique pour les animaux supérieurs, ni corrosif, ni inflammable. L'auteur termine en citant les différentes méthodes de dosage des produits à base des composés phénoxyacétiques chlorés.

M. SIM.

HOLMES (W.) WAITE (R.), FERGUSSON (D. L.), CAMPBELL (J. I.). — **Studies in grazing management. I. A comparison of the production obtained from close-folding and rotational grazing of dairy cows.** Etude sur le système de pâturage. I. Comparaison de la production obtenue avec des vaches laitières, sur pâture exploitée très intensivement ou par rotation). *J. Agric. Sci.* XL, 4, 381-391, 1950.

Un troupeau de vaches laitières, divisé en deux parties a utilisé le fourrage produit par deux pâtures, l'une à base de Dactyle, l'autre de Ray-grass, soumises aux deux systèmes d'exploitation suivants : pâturage très intensif (charge instantanée 100 à 160 vaches par ha), rotation (12 à 16 vaches par ha, demeurant de 5 à 14 jours sur une parcelle).

En exploitation très intensive, la moyenne de rendement pour la période mai-octobre, a été 540 journées de pâture, avec 6 250 litres de lait par ha, sur la prairie resemée à base de dactyle, et 500 journées de pâture avec 6 600 litres de lait par ha sur la prairie permanente, à base de Ray-grass. Pour le système « rotation », les chiffres de rendement correspondants sont relativement : 450 journées, 5 000 litres et 350 journées, et 4 000 litres. Le gain en poids par vache fut en moyenne, pour les 114 premiers jours de pâture, dans le troupeau exploitant très intensivement de 14,7 kg et dans l'autre 14,6 kg. Pour l'ensemble des 174 jours d'essai, ces chiffres sont respectivement 12,4 kg et 14,5 kg.

L'intérêt d'une pâture à base de Dactyle, pour l'été, est à signaler. Les animaux se comportent à peu près de la même manière, du point de vue sanitaire, suivant l'un ou l'autre système d'exploitation.

J. RE.

PAATELA (J.). — **Artificial hormones and weed control in oil Flax cultivations.** (Hormones synthétiques et lutte contre les mauvaises herbes dans les cultures de lin à huile). *Agric. Exp. Activities of the State publ. Tikkuriba-Finl.* 131, 1-52, 1949.

Des pulvérisations et des épandages de M. C. P. A., de 2,4-D, du sel de morpholine du 2,4-D ont été effectués sur le lin à huile (*Tikkurila Oil flax*) à diverses doses, à différents stades de développement, à différentes époques. Les traitements au stade bouton floral diminuent le rendement. Le 2,4-D, Na s'est montré nuisible lorsqu'il était appliqué au stade cotylédon. Lorsque, à fortes doses, les plantes ont souffert, le 2,4-D, Na s'est montré plus toxique que le M. C. P. A. (acide 2 méthyl, 4 chlorophenoxyacétique) et le sel de morpholine du 2,4-D s'est montré très toxique.

Dans les essais désherbés à la main, les doses de 0,5, 1 et même 2 kg de M. C. P. A. à l'ha appliquées lorsque les plantes mesurent entre 3 et 13 cm stimulent la croissance des

plantes de sorte que l'on a pu obtenir une augmentation de rendement variant de 11 à 20 %. D'autre part, comme une dose de 1 kg de M. C. P. A. est suffisante pour détruire, parmi les mauvaises herbes rencontrées, *Chenopodium album*, *Erysimum cheiranthoides* et *Galeopsis sp.* et que *Polygonum convolvulus*, *Stellaria media* et *Viola arvensis* sont fortement gênés dans leur développement, les traitements aux hormones du lin à huile s'avèrent, tout au moins pour le sud de la Finlande, d'une importance considérable.

F. Pl.

Procter (J.) et Lewis (A. H.). — **An experiment on the productivity of leys cut for hay.** (Un essai sur la productivité des cultures fourragères temporaires fauchées). *Emp. J. Expt. Agric.*, XVIII, 72, 281-288, 1950.

Des essais ont été réalisés dans le but d'étudier les effets des fauches effectuées en 1ere, 2e ou 3e année, sur la productivité de cultures fourragères temporaires.

Les résultats de cette expérimentation unique, montrent que la fauche en 1ere année ne nuit aucunement à la production de la prairie au cours des années suivantes, alors que le fait de couper en 2e année, diminue les possibilités de rendement de la 3e année de culture, cette diminution n'étant pas due à la disparition des trèfles.

J. Re.

Suckling (F. E. T.). — **Strike of oversown grass and clover seed on hillpastures.** (Lutte entre graminées et trèfles resemés sur pâtures pauvres). *N. Zeal J. Sci. Tech.*, XXXIII, 2, 1-9, 1950.

Les pâturages Néozélandais, établis sur défrichements de forêts ou de landes, manquent de trèfles et de légumineuses. L'auteur étudie l'installation de diverses espèces par semis sur la pâture naturelle : trèfle violet, trèfle blanc, trèfle fraise, trèfle souterrain, Lotier, Crételle, Ray-grass. Il étudie leur persistance dans l'association végétale. L'expérience porte sur 4 terrains d'essais, 6 dates de semis : mars, avril, mai, août, septembre, octobre. La concurrence entre graminées et trèfle est mesurée par comptage des plantules germées peu après le semis et un an plus tard. Le lotier (*Lotus major*) et le trèfle fraise ne peuvent se maintenir, même avec un fort ensemencement initial. Pour les autres espèces, seuls les semis en mars-avril donnent des résultats satisfaisants. Les graminées ne se maintiennent qu'à faible pourcentage. Il est donc possible d'accroître la proportion de légumineuses dans les pâtures par semis en mars-avril de trèfle blanc, trèfle souterrain et trèfle violet.

M. Ker.

Waite (R.), Holmes (W.), Campbell (J. I.), Fergusson (D. L.). — **Studies in grazing management. II The amount and chemical composition of herbage eaten by dairy cattle under close-folding and rotational methods of grazing.** (Etudes sur le mode d'exploitation des pâtures. II Quantité et composition chimique de l'herbe consommée par des vaches laitières en pâture très intensive et en rotation). *J. Agric. Sci.* XL, 4, 392-402, 1950.

En exploitation très intensive, une vache laitière consomme en moyenne, par jour, 10 à 14 kg de matières sèches. Plus l'herbe disponible est longue, plus la quantité consommée diminue. A un fort accroissement de quantité d'herbe placée à la disposition des animaux, correspond une faible augmentation de la quantité consommée.

En exploitation suivant le régime de rotation, la quantité moyenne de matières sèches consommées par jour est plus constante, et se situe aux environs de 14 kg par animal.

De nombreuses analyses chimiques et botaniques ont été réalisées, avant et après le passage des animaux sur les parcelles expérimentales.

J. Re.

Watkins (J. M.) et Lewy van Severen (M.). — **Effect of frequency and height of cutting on the yield, stand, and protein content of some forages in el Salvador.** (Effet de la fréquence et de la hauteur des coupes sur le rendement et la teneur en protéine de quelques fourrages du San Salvador). *Agron. J.*, XLIII, 6, 291-296, 1951.

Le San Salvador doit trouver sur des terres souvent arides et sous un climat très sec durant la moitié de l'année, de quoi nourrir 1 500 000 animaux. Il était nécessaire de rechercher des fourrages susceptibles de supporter une exploitation intensive et les meilleures méthodes d'utilisation. Ont été soumises aux essais : *Dolichos lablab*, *Cajanus cajan*, *Pueraria javanica*, *Desmodium nicaraguense*, *Pennisetum purpureum*, *Panicum maximum*, *Hyparrhenia rufa*, *Melinis minutiflora*, *Chloris gayana*. Les traitements étaient : coupes à

1, 2, 3 mois d'intervalle et 3 hauteurs de coupe (de 6 à 70 cm suivant les plantes). *Dolichos* et *Pueraria* n'ont pu survivre après la 2e coupe, mais fournissent des rendements importants. Le *Cajanus* ne peut supporter d'être coupé à moins de 70 cm et ceci tous les 3 mois. Le maximum de rendement en matière sèche a été produit dans les conditions suivantes : 1 coupe par trimestre. *Desmodium* à 40 cm au-dessus du sol, *Pennisetum* à 25 cm, *Panicum* à 40 cm, *Hyparrhenia* à 12 cm, *Melinis* et *Chloris* à 20 cm. Le rendement maximum en protéine a été obtenu, pour toutes les plantes, par les coupes mensuelles.

L. Fx.

ZÜRN (F.). — **Wann sollen klee und grassamen angesat werden ?** (Quand doit-on semer Trèfles et Graminées fourragères ?) *Der Fortsch. Landw.*, 4, 1950.

1° Dans les régions à précipitations abondantes et régulières en août, et dont les mois d'automne sont suffisamment chauds, on peut réussir des semis de prairies après la moisson.

2° La condition primordiale de réussite est que la céréale mûrisse suffisamment tôt (fin juillet-début août).

3° Les semis doivent être effectués si possible dans la première quinzaine d'août.

4° La préparation du terrain doit être très poussée.

5° Un déchaumage préalable est particulièrement recommandable en régions sèches.

6° Le semis en sol nu est conseillé, après quoi on applique une fumure phosphopotassique.

7° Il n'est possible d'exploiter à l'automne, que dans des régions chaudes, où l'on fauche généralement les prairies, celles-ci n'étant pâturées que lorsque le sol est assez consistant et sec.

J. RE.

4° Technologie

ARMSTRONG (D. C.), COOK (K.) et THOMAS (B.). — **The lignin and cellulose contents of certain grassland species at different stages of growth.** (Teneurs en lignine et en cellulose de certaines espèces de prairies, à différents stades de croissance). *J. Agric. Sci.*, XL, 1-2, 93-99, 1950.

Les auteurs formulent les conclusions suivantes :

1° Il n'existe pas de différences sensibles de teneurs en lignine en pour cent de la matière sèche, suivant les espèces à un même stade de croissance.

2° L'accroissement de la teneur en lignine se produit surtout après la floraison.

3° La teneur en cellulose en pour cent des matières sèches sur des hydrates de carbone est plus forte chez les graminées que chez les légumineuses et autres espèces.

4° La teneur en cellulose brute est fonction chez toutes les espèces, du stade de croissance.

5° Une modification, en fonction des résultats observés, de la méthode d'anlyse des matières non grasses, et des matières organiques non azotées est proposée et discutée.

J. RE.

BARNETT (J. A.) et MILLER (J. B.). — **Studies on the soluble nitrogen content of dried samples of grass silage.** (Etudes sur la teneur en azote soluble d'échantillons desséchés de sillage de graminées). *J. Agric. Sci.*, XL, 1-2, 50-54, 1950.

Il existe une relation entre le rapport Azote soluble sur Azote total et le pH de l'échantillon humide ; lorsque Ns/NT augmente, le pH diminue. En outre, le produit Ns/NT × teneur en matières sèches, est également en relation avec le pH.

Le rapport Ns/NT est également lié à la digestibilité, mesurée par la méthode de *Wedemeyer*.

J. R.

CULTURES SPÉCIALES

1° Céréales

LEWICKI (S.). — **Studies on vernalization of plants.** (Etudes sur la vernalisation des plantes). *An. Univ. Mariae Curie-Sklodowska*, V, 7, 203-220, 1950.

L'auteur a étudié, sur diverses espèces et variétés de blé, d'orge et d'avoine, en semis précoces et tardifs, l'influence de la vernalisation sur le rendement.

Quelle que soit la date de semis, l'avoine et l'orge vernalisées accroissent leurs rendements de 500 et 300 kg à l'ha respectivement. Mais l'accélération du développement, nette sur la première est nulle chez la seconde.

Le blé dur et le blé tendre réagissent différemment à la vernalisation, en semis tardifs : seule la productivité du blé dur est augmentée ; en semis précoce, les surcroîts de rendement sont identiques : 170 kg à l'ha. Des exigences thermiques inégales chez les deux espèces peuvent expliquer ce comportement. L'auteur a d'ailleurs remarqué que le pourcentage en paille augmente en semis tardif chez le blé tendre : un plus grand nombre de talles n'ont pas épié. La même remarque a été faite chez l'avoine.

Quant à la qualité du grain vernalisé, elle semble, chez le blé et l'avoine améliorée et le poids de mille grains est augmenté.

C. Mo.

Covas (G.) et Schnack (B.). — **Hibridación interspecifica en « Hordeum ».** *II. H. Compressum × H. californicum.* (Hybridation interspécifique dans le genre Hordeum. *II. H. Compressum × H. californicum*). *Rev. Argent. Agron.* XVIII, 1, 13-17, 1951.

Les auteurs décrivent l'hybride entre deux espèces d'orges à $2n = 14$ chromosomes, *H. compressum*, que l'on trouve en Argentine et *H. californicum*, originaire de Californie. L'hybride est stérile et ressemble morphologiquement à *H. brachyantherum* ($2n = 28$) qui végète en Amérique du Nord. Ils ont étudié la méiose et constaté que l'appariement est défectueux et le pollen stérile. L'allopolyploïde correspondant est fertile.

M. Riv.

De Haan (H.). — **Gerstveredeling in Engeland on Zuid-Irland.** (L'amélioration de l'orge en Angleterre et en Irlande). *Inst. Vered. Landbouw. Wageningen*, 55 p., 1950.

Les recherches publiées par Guinness, Hunster, Beaven ont permis de conclure que la valeur brassicole de l'orge est un caractère variétal et que cette propriété peut se combiner avec le caractère haut rendement.

L'orge *Chevalier*, très appréciée pour son aspect, s'avérait d'une valeur brassicole inférieure à celle d'*Archer*, variété plus productive mais à couleur de grain moins attrayante. Des croisements furent entrepris.

Beaven tira du croisement *Plumage × Archer*, la variété *Plumage Archer* extrêmement répandue. Hunter obtint *Spratt Archer* du croisement *Irish Archer I × Spratt*, cette nouvelle variété a un rendement plus élevé, une paille plus solide, une mâturité plus précoce, une meilleure couleur de grain et une teneur plus basse en protéine. Depuis 1932, Beaven a introduit *Golden Archer* un type *Chevalier* amélioré et Hunter a obtenu de *Spratt Archer* une forme mûrissant 7 à 10 jours plus tôt.

Les variétés d'orge suivantes pour la brasserie ont été créées : *Garton's Plumage* 63, *Webb's New cross*, *Perfect* et l'orge d'hiver *Pioneer*.

Depuis quelques années la variété danoise *Abed Kenia* a attiré l'attention parce qu'elle se récolte facilement à la moissonneuse-batteuse.

M. Sim.

Bauman (L. F.), Jugenheimer (R. W.), Woodworth (C. M.), Alexander (D. E.) et Koehler (B.).—**Experimental Corn hybrids 1950 tests.** (Essais de maïs hybride en 1950). *B. Ill. Agric. Expt. Sta.*, 543, 99 p., 1951.

Cette brochure donne les résultats des essais de maïs hybride faits en 1950 dans l'Etat de l'Illinois, avec quelques paragraphes généraux sur les doubles croisements, expliquant entre autres la méthode Jenkins de prévision des rendements :

Rendement de (A × B) (C × D) = moyenne des rendements de A × C, A × D, B × C, B × D.

Et une formule de correction des rendements des parcelles où il manque des plantes, ou plus exactement des poquets

$$\text{Poids corrigé} = \text{Poids brut} \times \frac{N - 0{,}3n}{N - n}$$

où N est le nombre de poquets par parcelle et n le nombre de poquets manquants. L'emploi de cette formule revient à considérer que les 7/10 du rendement des plantes manquantes ont été regagnés par les plantes voisines.

X. Las.

DUNGAN (G. H.) et GAUSMAN (H. W). — **Clipping corn plants to delay their development.** (Ecimage du maïs pour retarder son développement). *Agron. J.*, XLIII, 2, 90-93, 1951.

Les auteurs ont étudié l'influence du sectionnement des plantes de maïs à différents stades et à différentes hauteurs au-dessus du sol. Ils ont obtenu des retards d'une semaine à la floraison. Mais le rendement est diminué. Les meilleurs résultats ont été obtenus en coupant les plantes tôt et ras.

M. RIV.

FROLIK (E. F.) et MORRIS (R.). — **Xenia Effects of Irradiating Corn Pollen in a nuclear reactor.** (Effets de Xénie causés par du pollen de maïs irradié dans un réacteur nucléaire). *Agron. J.*, XLII, 6, 293-297, 1950.

Les auteurs rappellent les pourcentages élevés de mutants dans la descendance des plantes irradiées de Bikini. Si donc les avantages économiques de l'irradiation sont encore discutables pour l'obtention de variétés utiles, il ne faut pas cependant lui refuser tout avenir.

Les auteurs, étudiant la xénie chez le maïs, ont expérimenté sur le pollen deux sources de rayons : la pile atomique et les rayons X.

Avec la première méthode, les taux de mutations croissent avec le temps d'exposition et varient avec la date. Pour des durées d'irradiation moyennes, les rayons X donnent des résultats comparables. Enfin les proportions de mutants diffèrent avec le caractère envisagé, mais l'ordre de fréquence est le même pour les deux procédés.

C. MO.

HENSEN (J. R.) et BACHOLTZ (K. P.). — **Germination and seedling responses of inbred lines of corn to 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid.** (Réaction à la germination et au stade plantule de quelques lignées autofécondées de maïs au 2,4-D). *Agron. J.* XLII, 9, 452-455, 1950.

59 lignées autofécondées de maïs, provenant de trois stations différentes, ont été étudiées en vue de leur comportement vis-à-vis du 2,4-D à la germination et au stade plantule. Le champ d'expérimentation comportait 2 « split-plot ». Certaines parcelles n'ont reçu aucun traitement, les autres ont été pulvérisées immédiatement après le repiquage, avec une préparation de 2,4-D sous la forme de son sel de sodium, à raison de 1 kg et 8,6 kg par hectare.

On a fait germer les semences en boîtes de PETRI sur papier imbibé d'une solution aqueuse de 5 à 20 % de 2,4-D.

L'auteur a noté d'une part : le développement des racines et des tiges à la germination et d'autre part : le pourcentage de plantes levées une semaine après repiquage, le pourcentage de plantes survivantes 4 semaines après repiquage, la hauteur des plantules 2 semaines après repiquage.

Ces expériences montrent une différence significative entre les lignées en ce qui concerne leur tolérance au 2,4-D. Très peu de lignées peuvent être considérées comme résistantes. D'autres sont nettement sensibles. Les lignées sensibles ont été plus particulièrement inhibées à la germination et ont montré très peu de survivants 4 semaines après repiquage. Le développement des tiges donne une appréciation peu nette : inhibition dans certains cas, stimulation dans d'autres. Par contre, on note dans tous les cas une inhibition de la racine principale. Le développement de la racine principale pourrait donc être utilisé pour mesurer le degré de tolérance.

Les concentrations de 5 à 20 % affaiblissent légèrement la germination.

Quelques lignées ont montré des réactions individuelles caractéristiques ; dans une lignée on a noté la formation de sortes de gales pour les concentrations de 8 « pounds ».

H. TOU.

HERSCHEL ROMAN et ULLSTRUP (Arnold J.). — **The use of A-B translocation to locate genes in Maize.** (Emploi des translocations A-B pour localiser des gènes du Maïs). *Agron. J.*, XLIII, 9, 450-454.

En plus des 10 chromosomes normaux type A du maïs, certaines lignées possèdent un chromosome supplémentaire ou type B, sans effet génétique propre. Le chromosome B se comporte normalement dans les divisions, sauf à la dernière division de la formation du gamète mâle, c'est-à-dire à la division du noyau reproducteur du grain de pollen permettant la double fécondation. Au cours de cette division, il y a assez souvent non-disjonction, d'où la présence d'un noyau mâle à 2 chromosomes B et d'un noyau mâle sans chromosome B dans le même grain de pollen, d'où des déficiences dans la garniture chromosomique

soit de l'embryon, soit de l'albumen. Si une translocation remplace un bout d'un tel chromosome B par un bout de chromosome normal A, les gènes de cette partie de A se trouveront soit en dose double, soit absents dans l'embryon ou dans l'albumen, ce qui provoquera un effet visible sur les grains ou sur les plantules

Les auteurs ont ainsi étudié un gène de résistance à l'*Helminthosporium carbonum*, qu'ils ont localisé sur le chromosome 1. Ilsd onnent la liste des 11 translocations A-B actuellement identifiées, pour lesquelles on a pu préciser quel chromosome A était en jeu et quelle partie de celui-ci était liée à un chromosome B.

X. Las.

Jones (D. F.). — **Hybrid field corn.** (Maïs hybride). *B. Conn. Agric. Expt. Sta.*, 532, 39 p., 1949.

Cette brochure précise le programme et les réalisations de l'amélioration du maïs dans l'Etat du Connecticut (au nord de New-York) ; elle commence par un historique dans lequel sont mentionnés les travaux de Shull et East qui ont travaillé dans les Stations officielles de cet Etat ; il y a une description des lignées adaptées à cette région très humide ; et enfin, l'auteur résume ses études de 2 types de stérilité mâle, l'un où interviennent un facteur chromosomique et un facteur cytoplasmique, l'autre où interviennent 2 gènes ts_2 et *sk* : la formule ts_2 ts_2 *sk sk* est celle de la stérilité mâle et la formule Ts_2Ts_2 *sk sk* celle de la stérilité femelle. Ces types de maïs dioïques, obtenus par l'auteur en 1934, ne sont pas encore employés dans la production d'hybrides commerciaux sans castration, à cause des difficultés d'introduction de ces gènes dans les lignées sélectionnées.

X. Las.

Leng (E. R.). — **Time-relationships in Tassel development of inbred and hybrid corn.** (Etude du développement de la panicule mâle dans les lignées et hybrides de Maïs). *Agron. J.*, XLIII, 9, 445-449, 1951.

L'auteur distingue les 2 périodes classiques de croissance :

1° Phase de différenciation végétative allant du semis à la montée du point de croissance (22 à 35 jours).

2° Phase de différenciation sexuelle, du début de la formation de la panicule avec montée du point de croissance jusqu'à l'anthèse (35 à 48 jours).

Il a cherché si les durées relatives de ces 2 périodes sont différentes, d'une part entre des lignées « inbred » (la réponse est positive), d'autre part chez des hybrides, où l'hétérosis accélère plus ou moins les 2 phases. Au cours du développement, le nombre de feuilles visibles est une indication du stade de croissance d'une lignée ou d'un hybride, mais ne permet pas de comparaison entre des lignées ou des hybrides. La date de semis n'influe pas d'une façon significative sur le nombre final de feuilles.

La durée de chaque phase est héréditaire et contrôlée par des facteurs génétiques différents : on peut ainsi, pour obtenir un hybride plus précoce que les 2 parents, combiner une lignée à 1ere phase courte avec une autre lignée chez laquelle c'est la 2e phase qui est particulièrement courte.

X. Las.

Shaw (R. H.) et Thom (H. C. S.). — **On the Phenology of field corn, silking to maturity.** (Etude de la période Floraison-Maturité du Maïs). *Agron. J.*, XLIII, 11, 541-546, 1951.

Les auteurs ont tout d'abord cherché un critère de la maturité. Celle-ci est le plus souvent déterminée par l'aspect du grain, ou par le jaunissement de la plante, ou par la teneur en eau de l'épi. Ils ont trouvé et ont utilisé un critère plus précis : le maximum de poids sec du grain. La courbe d'accumulation de la matière sèche est une courbe en S de formule $y = \frac{L}{1 + e^{\alpha - \beta t}}$ où L est la valeur maximum du poids sec, t le temps en jours après la floraison, α et β des constantes. La courbe atteint la valeur L asymptomatiquement et pour définir un point précis de maturité, les auteurs ont pris le point correspondant à L — 1 % de L.

En comparant les résultats de plusieurs années, ils ont pu constater une constance remarquable de la durée de la période floraison-maturité : 50 jours pour une variété précoce, 52 jours pour une variété tardive. Cette constance permet de prévoir la date limite de floraison pour que le maïs ne risque pas une gelée avant sa maturité, gelée provoquant ce que les Américains appellent le « Soft Corn » (nous dirions maïs « échaudé » par le froid), dont la fréquence est grande dans l'Etat d'Iowa où les auteurs ont expérimenté.

Le point de maturité utilisé correspond à des teneurs en eau du grain de 30 % pour la variété précoce, de 42 % pour la variété tardive et à un stade de développement du grain

toujours plus avancé que celui de l'apparition de la denture (il s'agit dans tous ces travaux de maïs dentés). Il ne correspond pas à une teneur fixe du grain en substances solubles dans l'eau.

X. Las.

Welhansen (E. J.), Roberts (L. M.), Hernandes (E. Y.). — **Razas de maiz en Mexico.** (Les variétés de maïs mexicaines). *Secr. Agric. Canad. Mexico Fol. Techn.*, nº 5, 237 p., 1951.

Cette étude de 220 pages résume 7 ans de recherches sur les variété de maïs mexicaines. Les auteurs ont recueilli environ 2 000 variétés et ont essayé de les classer en étudiant leurs distributions géographiques, leurs caractères végétatifs et les caractères d'épi et de panicule ainsi que leurs caractères génétiques et cytologiques.

Cela permet de classer ces variétés en races et ces dernières en 4 groupes principaux: un maïs indigène à la fois pop-corn et pod-corn, des maïs provenant de l'Amérique du Sud, des maïs provenant de l'hybridation entre les groupes précédents et avec le téosinte, et enfin un groupe de maïs récents mal définis qui semblent postérieurs à la découverte de l'Amérique.

L'évolution de ces groupes a été conditionnée, en plus des apports allogènes, par la sélection de l'homme et les conditions géographiques et climatiques particulières du Mexique, ce qui a conduit à l'isolement des types bien définis.

Une courte conclusion sur l'importance des maïs mexicains dans la genèse des variétés cultivées modernes et leur amélioration termine ce livre surtout consacré à la description et à la classification.

M. Riv.

Müntzig (A.). — **Cyto-genetic properties and practical value of tetraploïd Rye.** (Propriétés cyto-genetiques et intérêt pratique du seigle tetraploïde). *Hereditas*, XXXVII, 1-2, 17-83, 1951.

L'auteur étudie des seigles tétraploïdes suédois et américains obtenus soit par des chocs thermiques, soit par la colchicine ou provenant simplement de chimères.

L'étude des mitoses dans le méristème des racines montre que pour la plupart de ces plantes, le nombre des chromosomes somatiques est $2n = 28$.

La méiose dans les cellules mères de pollen est assez irrégulière, les tétravalents sont fréquents et à la métaphase on observe des phénomènes de caténation. Les tétrades contiennent de nombreux micronuclei.

Une comparaison des seigles tétraploïdes et des seigles diploïdes montre que les meilleures plantes tétraploïdes ont une précocité, une rigidité de paille, une résistance au froid et à la sécheresse, égale à celle des diploïdes. Les rendements en grains sont aussi égaux car la grosseur des grains et la bonne faculté germinative des tétraploïdes compense leur faible grainage, leur tallage réduit et leur petit nombre de fleurs par épillet.

La culture des seigles tétraploïdes présente les inconvénients suivants : paille trop haute, nécessité d'une plus forte densité de semis à l'hectare et surtout obligation d'isoler les cultures.

Par contre les plantes tétraploïdes sont supérieures aux diploïdes par leur plus grande faculté germinative et leur meilleure valeur boulangère.

Y. Dem.

Piacco (R.). — **Storia delle razze di riso coltivate in Italia.** (Histoire des variétés de riz cultivées en Italie). *Risicoltura*, nº 9 à 12, 1950, nº 1 à 7, 1951.

L'auteur expose, dans une série d'articles, les travaux poursuivis à la Station de Vercilli sur le riz. Il trace les grandes lignes de l'histoire du riz en Italie, depuis les premières introductions des Philippines (1839) jusqu'aux créations récentes (1948), en soulignant les principaux objectifs de la riziculture, à savoir : productivité, qualité du grain accrue, meilleure tenue à la verse, acquisition de la résistance au Brusone.

Après avoir donné un aperçu sur l'adaptation des variétés, il indique, sous forme de tableau, l'origine des variétés étrangères observées, la date d'introduction, la précocité et il donne les observations sur leur comportement à Vercilli. Il signale que le classement « précocité » fait au Japon n'est pas transposable en Italie.

Dans un chapitre spécial, il étudie les croisements artificiels entrepris dès 1925 par le Prof. Sampiétro et donne les géniteurs utilisés ainsi que les résultats obtenus au point de vue génétique.

Après avoir donné en détail la classification botanique des riz cultivés en Italie, l'au-

teur décrit les variétés actuellement cultivées dans son pays, en indiquant en particulier les caractères biométriques utilisés.

Parmi les variétés étudiées, certaines d'entre elles intéressent la riziculture française Ce sont : *Agostano, Allorio, Americano 1600, Ardito, Maratelli, Razza 77 R. B., Sésia* et *Stirpe 136*.

R. Ma.

Rosalind Morris (M.). — **Genetic and cytological studies of compatibility in relations to Heterostyly in common Buckwheat** *Fagopyrum sagittatum*. (Etude génétique et cytologique de la compatibilité et de ses relations avec l'hétérostylie chez le sarrasin *Fagopyrum sagittatum*). *J. Hered.*, XLII, 2, 85-89, 1951.

L'auteur s'est demandé si l'incompatibilité chez le sarrasin cultivé (*F. sagittatum*) est en relation avec l'hétérostylie.

Or dans toutes ces expériences, autofécondations, pollinisations compatibles ou non, le pourcentage de grains avortés a dépassé 60 %. Un facteur héréditaire, anatomique, semble donc à l'origine de l'incompatibilité.

En outre, l'étude cytologique a montré que la stérilité provient d'un arrêt du tube pollinique à l'entrée du style (fleurs à style court) ou au milieu (fleurs à style long). Un mécanisme hormonal peut être à l'origine de ces phénomènes.

Enfin, dans le croisement *F. sagittatum* × *F. tataricum*, le tube pollinique de *F. sagittatum* atteint rapidement la base du style de *F. tataricum* alors que, dans l'expérience réciproque, il y a arrêt, et aux mêmes niveaux que lors des pollinisations incompatibles chez *F. sagittatum*.

C. Mo.

2° Plantes sarclées

Craft (C. C.) et Heinze (P. H.). — **Association of specific gravity with weight of individual tubers in late crop potatoes.** (Relations entre le poids spécifique et le poids proprement dit de chaque tubercule pendant la dernière récolte). *Amer. Pot. J.*, XXVIII, 4, 580-583, 1951.

Les Américains ont pensé pouvoir déterminer la qualité d'une pomme de terre d'après son poids spécifique. L'essai décrit a eu pour but de vérifier si pour une variété donnée le poids spécifique restait constant, la variété étant cultivée dans des conditions différentes. Les auteurs n'ont trouvé aucun résultat significatif leur permettant de soutenir leur hypothèse.

R. Lai.

Jähn (G.). — **Ergebnisse der Kartoffelversuche des Jahres 1949.** (Résultats des essais sur la pomme de terre de l'année 1949). *Vers. Bund. Alp. Landw. Admont*, 4, 30 p., 1950.

Résultats de 4 essais différents réalisés à Admont, Station Autrichienne d'altitude (1 140 m). Deux de ces essais sont des essais de rendement variétaux, le premier de précoces, le deuxième de tardives.

L'essai de précoces porte sur les 4 variétés : *Frühbote, Allerfrüheste, Mittelfrühe* et *Frühgold*. L'essai des variétés tardives comprend les variétés : *Vorau sieglinde, Parnassia, Ackersegen, Bintje, Aquila, Ostbote, Olympia* et *Mittelfrühe*. Le troisième essai est un essai de rendement, après plantation échelonnée, comprenant les variétés *Ackersegen, Bintje* et *Aquila*. Des observations ont été faites dans cet essai sur le pourcentage de gales, d'attaques de Rhizoctone et de pourriture de tubercule, en fonction de la date de plantation.

Le dernier essai est un essai de rendement portant sur les deux variétés *Frühbote* et *Allerfrüheste* dont les tubercules de semence ont été coupés, non coupés, germés et non germés.

Dans chaque essai un dosage de fécule a été fait par variété et par parcelle. Une description variétale très détaillée accompagne chaque essai, la différence significative des moyennes correspondant à une probabilité de 5 % est de 21,5 kg dans l'essai de variétés précoces et de 14 kg dans l'essai de variétés tardives.

R. Lais.

Stelzner (G.) et Torka (M.). — *S. Macolae* **ein neue Käferfeste Wildkartoffel.** (*S. Macolae*, une nouvelle pomme de terre sauvage résistante au doryphore). *Züchter*, XIX, 1-3, 68-89, 1949.

Solanum Macolae est une espèce voisine de *Solanum chacoense* à 2n = 24 qui produit

des tubercules assez gros pour espèce sauvage et présente une longue période de repos germinatif. Elle s'est montrée très résistante au doryphore, et semble fournir un géniteur de choix pour la sélection de variétés de pomme de terre résistantes au doryphore, les difficultés de son croisement avec *S. Tuberosum* ayant pu être surmontées par doublement de son stock chromosomique. Malheureusement, cette espèce est très sensible au mildiou et aux maladies de dégénérescence.

P. PÉREN.

TOXOPEUS (J.). — **The significance of resistance in tuberbearing wild *salanum* species for the breeding of a commercial potato resistant to colorado beetle.** (Rôle de la résistance au doryphore chez les solanées tubérifères sauvages dans l'obtention d'une variété commerciale résistante). *Prog. Rep. Meeting* CEZA. *Wageningen*, 7 p., 1949.

Après avoir défini la notion de résistance au doryphore chez la pomme de terre, l'auteur signale les variétés de *Solanum* sauvages résistantes et les travaux de ses prédécesseurs : MÜLLER, BÖHME et M. TORKA qui ont travaillé respectivement sur les croisements *S. Demissum* × *S. Tuberosum* et *S. chacoense* × S. *tuberosum*.

L'auteur pense que ces chercheurs n'ont pas utilisé assez de clones résistants au départ pour justifier leurs rapports pessimistes. Il donne ensuite la liste de ses croisements entre *S. Demissum* × *S. tuberosum* — *S. chacoense* × *S. tuberosum* et *S. macolae* × *S. tuberosum*, avec le pourcentage de résistants suivant la définition de « résistants » donnée précédemment.

R. LAIS.

3° Légumineuses fourragères

BIGNOLI (D. P.). — **The effect of early de foliation on Lucerne seedlings.** (Effets de la défoliation précoce sur les plantules de Luzerne). *J. Brit. Grassl. Soc.*, V, 4, 281-286, 1950.

Les défoliations au stade plantule, souvent produites sur la luzerne par des parasites animaux (*Sitona*, par exemple) ont un effet dépressif certain sur la vigueur et la taille des plantes.

Des essais d'amputations systématiques ont montré que les plus dommageables sont celles qui intéressent les cotylédons, tout au début de la levée, ou plusieurs feuilles composées un peu plus tard. La réduction de taille et de poids qui en résulte diminue les rendements d'un semis pur et défavorise la plante en compétition dans un herbage mixte.

Cet effet dépressif s'observe dès l'apparition de la feuille simple dont la surface est réduite, dans le cas de l'amputation cotylédonaire, et il persiste plusieurs mois. Ceci prouverait que non seulement la photosynthèse est affectée, mais aussi la production d'hormones nécessaires à la croissance.

R. EC.

PRITCHETT (W. L.) et NELSON (L. B.). — **The effect of light Intensity on the growth characteristics in Alfalfa and Bromegrass.** (Effets de l'intensité lumineuse sur la croissance de la luzerne et du Brome). *Agron. J.*, XLIII, 4, 172-177, 1951.

Dans l'Iowa, l'amélioration progressive des rendements d'avoine par la sélection et l'usage des engrais azotés semble entraîner depuis quelques années une baisse dans la production des légumineuses et des graminées semées sous cette céréale-abri.

La compétition dans l'utilisation du Phosphore, du Potassium et de l'eau du sol n'est pas en cause, car on peut la réduire au minimum par des apports suffisants. Les auteurs imputent plutôt cette action défavorable de l'avoine à l'ombre qu'elle porte sur les plantes commensales.

Ils le prouvent par des essais réalisés en serre sous une série d'écrans de mousseline qui font varier l'intensité lumineuse de 2 833 à 157 bougies à l'image des conditions de plein champs.

La réduction d'éclairage entraîne :

1° Des modifications morphologiques identiques aux résultats de toutes les études sur l'intensité de la photosynthèse.

2° Une chute dans la teneur en matières sèches, surtout dans les racines, et une chute dans la teneur en azote suivie d'une remontée pour les basses intensités lumineuses.

3° Une réponse de plus en plus faible aux apports d'éléments azotés.

4° Une disparition progressive des nodosités des légumineuses.

5° Une réversibilité de tous les phénomènes lorsqu'on enlève les écrans, sauf pour le brôme régulièrement fauché dans des conditions de faible luminosité et qui reprend mal lorsqu'on le repique en plein champs.

R. EC.

BINGEFORS (S.). — **Sambauder mellan vaderleksforhallandena och omfattningen av klöverrötaugreppen vid Ultuna under åren 1930-1950.** (Relations entre les conditions climatiques et les attaques de Sclerotinia trifolii, à Ultuna, pendant les années 1930-1950). *Sver. Utsadesfor. T.*, LXI, 3, 100-107, 1951.

L'auteur met en évidence une corrélation entre intensité d'attaque du parasite, et température moyenne des mois de novembre et décembre. L'intensité de l'attaque dépend beaucoup plus de ce facteur que de l'abondance des précipitations automnales.

J. RE.

KOBLET (R.). — **Uber die Eignung verschiedener Provenienzen und sorten von Rot und Bastardklee für den Futterbau in hohen Lagen.** (De l'adaptation de différentes provenances et souches de trèfle violet et hybride, à la production de fourrage en régions élevées). *St-Gal. Bauer*, 20, 1-12, 1950.

Dans les montagnes longtemps enneigées, où une seule coupe de fourrage peut être faite, les trèfles violets demi-tardifs danois ou suédois tels que *Göta, Pajberg, Däno, Trifolium demi-tardif* sont recommandés. Dans les zones plus basses, où deux coupes sont effectuées, au cours de l'année, les *Mattenklee* et les trèfles violets danois et suédois précoces conviennent.

Le trèfle hybride, peu durable, à faible repousse, n'est pas très intéressant. Seules les populations originaires du nord de l'Europe conviennent en régions élevées, sous couvert.

L'auteur indique quelques mélanges fourragers pour prairies permanentes ou temporaires, aux altitudes comprises entre 1 000 et 1 500 m.

J. RE.

SCHIEBLICH (J.). — **Beitrag zur Zuchtung von Esparsette** (*Onobrychis viciaefolia* Scop.). (Contribution à la sélection du sainfoin (*Onobrychis viciaefolia* Scop.) *Züchter*, XXI, 4-5, 132-136, 1951.

L'auteur étudie une population de sainfoin cultivée en Thuringe : *Bendlebeuer* D4. Le sainfoin est une espèce allogame, très peu autofertile, entomophile. Les principaux buts de sélection envisagés sont : productivité, résistance à l'égrenage, faible poids de 1 000 grains, résistance aux parasites : Oïdium, Rouille, Fusariose et à *Continaria medicaginis*, formant des galles florales.

J. RE.

THOMSON (J. R.). — **Sainfoin in its first harvest year.** (Le sainfoin lors de la première année de récolte). *J. Brit. Grassl. Soc.*, VI, 2, 107-118, 1951.

Au cours de cette année d'étude, l'auteur a comparé le sainfoin commun à une coupe au sainfoin géant à deux coupes. Le sainfoin commun a donné, en pâture et en fauche un rendement supérieur au géant ; il supporte mieux un régime de coupes répétées ; il fournit une proportion plus grande de feuilles car ses tiges et ses entre-nœuds sont plus courts.

J. PIC.

HERTZSCH (W.). — **Besbachtungen an polyploiden** *Vicia villosa.* (Observations sur des formes polyploïdes de Vicia villosa). *Z. Pflanzenzucht.*, XXX, 2, 210-217, 1951.

Le traitement à la colchicine, de plantules de *V. villosa*, permet d'obtenir des formes tétra à décaploïdes, dont les grains de pollen et les stomates ne diffèrent pas significativement de ceux des plantes diploïdes.

Les polyploïdes obtenus ont donné des descendants en fécondation libre, qui après peu de générations étaient redevenus diploïdes. Il semble que la réduction du nombre de chromosomes se fasse aussi bien à l'intérieur de cellules végétatives que lors de la formation des gamètes. Une partie des descendants redevenus à $2n$, ressemblent aux individus polyploïdes.

J.RE.

PIETERS (A. J.), HENSON (P. R.), ADAMS W. E.) et BARNETT (A. P.). — *Sericea* **and other Perennial** *Lespedeza*, **for forage and soil conservation.** (*Lespedeza sericea* et autres Lespedezas vivaces utilisés comme fourrages et contre l'érosion des sols). *Circ. U. S. Dept. Agric.*, nº 863, 1950.

Dans la moitié sud des Etats-Unis, le *Sericea Lespedeza* (*Lespedeza cuneata*) originaire d'Extrême-Orient, est une plante fourragère importante, adaptée aux sols acides et secs.

Le semis a lieu en avril. La première coupe n'est faite qu'en mars-avril l'année suivante. La culture peut dès lors subsister plusieurs années donnant de une à trois coupes par an, selon les conditions locales. La plante peut atteindre 1 m. Ce *Lespedeza* ne résiste pas à des froids inférieurs à — 15°C environ. Notons quelques particularités : ses graines étant dures, il y a avantage à les scarifier pour obtenir une bonne levée. L'infection artificielle avec la bactérie radicicole spécifique du genre *Lespedeza* accroît les chances de succès. Le *Lespedeza* trouve son utilisation dans les terres pauvres, là où la luzerne et les autres légumineuses fourragères réussissent mal et contre l'érosion des sols. D'autres espèces vivaces du genre *Lespedeza*, moins intéressantes au point de vue fourrager, sont utilisées. Souvent plus rustiques que le *Lespedezac uneata*, leur aire de culture s'étend plus vers le nord.

Parmi les espèces à tiges herbacées, utilisées principalement contre l'érosion des sols, citons *L. repens*, *L. procumbens*, *L. virginica*, *L. frutescens*, *L. juncea*, *L. latissima*, *L. dahurica*, *L. tomentosa*.

Une autre série d'espèces, ligneuses, arbustives, est utilisée comme couverts à gibier, en bordure de forêts, citons *L. bicolor*, la plus importante, *L. japonica*, *L. thumbergii*, *L. delavaji*, *L. cyrtobotrya*.

M. Ker.

4° Graminées fourragères

Boeker (P.). — **Die Pflanzengesellschaften der Dauerweiden im Landkreis Bonn und ihre Beziehungen zür Bewirtschaftung und zu den Standortsverhältnissen.** (Les associations végétales des prairies permanentes de la région de Bonn, en rapport avec le mode d'exploitation et les conditions de milieu). *Z. Acker Pflanzenbau*, VIIC, 3, 287-307, 1951.

1° L'association la plus commune dans les prairies permanentes de la région de Bonn est le *Lolieto-Cynosuretum*. Le *Festaceto-Cynosuretum* n'y joue qu'un rôle secondaire.

2° La cause de la fréquence de la première association est vraisemblablement la forte intensité d'exploitation des prairies de cette région, ainsi que les soins dont elles sont l'objet.

L'extension du *Lolieto-Cynosuretum* ne semble pas liée aux conditions d'humidité, ou du sol, mais surtout au mode d'exploitation.

3° Le tiers environ des prairies étudiées est recouvert du *Lolieto-Cynosuretum* typique, dont les variantes apparaissent sans relation visible avec le degré d'éloignement de la mer. Un exemple typique de l'influence de pâture régulière : bon entretien des prairies et riche fumure, est cité.

4° La plus grande partie des prairies de la région appartient à la forme adaptée aux régions à étés secs, des associations précitées.

5° Le *Festuceto-Cynosuretum* n'apparaît que sur les sols humides à marécageux, argileux, où l'exploitation intensive est difficile ou peu rentable.

6° L'auteur a pu mettre en évidence l'existence de 2 variantes et de 3 formes de cette associations inféodées, chacune, à des conditions de milieu particulières.

7° L'exploitation intensive d'un peuplement, aboutit à l'obtention d'une association pauvre en espèces, composée en grande partie par des *Lolium*.

J. Re.

Davies (R. O.), Milton (W. E. J.), et Lloyd (J. R.). — **Pasture productivity in mid-Wales. II. Botanical changes in the experimental plots : palatability and « efficiency « of the swards.** (Productivité des pâtures dans les Mid-Wales. II Modifications botaniques dans les parcelles expérimentales : appétence et efficience des gazons). *Emp. J. Expt. Agric.*, XVIII, 72, 264-270, 1950.

La fumure employée a considérablement accru la valeur de la flore des parcelles de pâture permanente ainsi traitées, après 3 années d'essai. Dans des parcelles resemées, le Ray-grass d'Italie a complètement disparu en 3 ans, laissant un gazon composé des autres espèces ensemencées.

Les animaux laissent des refus beaucoup moins importants dans les parcelles resemées que dans les autres.

L'accroissement de poids vif des animaux, observé en 2 années sur les parcelles témoins étant en moyenne de 260 kg par ha, celui qui a été noté sur des parcelles de pâture permanente fumées est en moyenne de 270 kg, alors qu'il atteint 320 kg sur les parcelles resemées, en totalité ou simplement sur le 1/4 de leur superficie.

J. Re.

STEPPLER (H. A.). — **Pasture studies (XXXI). Lignification studies with various grass species.** (Etude de la lignification chez différentes espèces de graminées). *Sci. Agric.* XXXI, 1, 1-14, 1950.

Par une méthode cytologique, l'auteur étudie le rythme de lignification chez la Fléole, le Brôme inerme, et *Phalaris arundinacea*. Chez la Fléole et le Brôme inerme, le rythme de lignification est le même : le degré de lignification s'accroît de la base vers le sommet des tiges, et la rapidité de lignification s'accroît au fur et à mesure de la croissance, pour diminuer à partir du moment où les grains se forment.

Chez *Phalaris arundinacea*, au début de la période de croissance rapide, la partie de la plante la moins lignifiée est le sommet. En période de croissance lente, chez cette espèce, tout se passe comme chez les deux précédentes.

L'étude des déjections animales montre que la lignine, non digérée, constitue la moitié des matières non assimilées.

J. RE.

THOMAS (B.), ARMSTRONG (R. H.). — **The protein quality of grass as determined by the method of Osborne and Mendel.** (La qualité des protéines de l'herbe, déterminée par la méthode d'Osborne et Mendel). *Emp. J. Expt. Agric.*, XVIII, 69, 31-40, 1950.

La qualité des protéines de l'herbe fournie par une culture temporaire, et une pâture permanente, a été jugée par la valeur des rapports R_1 = Accroissement du poids d'un cobaye par unité de poids de protéine ingérée et R_2 = Accroissement de poids d'un cobaye par unité de poids de protéine digérée.

Le fourrage produit en culture temporaire contient des protéines de meilleure qualité que celui que l'on récolte sur les prairies permanentes, à la fois au début et à la fin de la période de croissance. La qualité des protéines fournies par le fourrage récolté sur prairie permanente diminue lorsque la saison avance, et se maintient constante pour le fourrage fourni par la prairie temporaire.

La qualité des protéines fournies par le Dactyle est supérieure à celles du Ray-grass d'Italie d'après la valeur du rapport R_1, inférieure d'après la valeur de R_2.

J. RE.

5° Vigne

PONCE (J.) et ZULUAGA (P. A.). — **Contribucion al estudio de la biologia floral de la vid en Mendoza.** (Contribution à l'étude de la biologie florale de la vigne à Mendoza). *Rev. Fac. Cienc. Agrar.*, Mendoza, II, 1, 37-52, 1950.

Les auteurs distinguent 6 types floraux :

1° Fleurs staminées fonctionnellement masculines, à étamines dressées ou légèrement incurvées, pistil atrophié. Important pourcentage de pollen viable. Ex. : *Aramon Rupestris Ganzin n° 1, Richter 110.*

2° Fleurs pistillées, fonctionnellement féminines, à étamines courtes et spiralées. Anthères défectueuses, pollen stérile. Ex. : *Bicane, Madeleine angevine, Ohanèz.*

3° Fleurs fonctionnellement féminines mais exceptionnellement hermaphrodites. Pollen occasionnellement fertile. Ex. : *Muscat de Hambourg, Muscat Cannon Hall.*

4° Fleurs hermaphrodites fonctionnelles, imparfaites à étamines plus courtes que les étamines normales et parfois légèrement spiralées. Pollen fertile dans un faible pourcentage. Ex. : *Sabalkanskoï, Dattier de Beyrouth.*

5° Fleurs hermaphrodites fonctionnelles parfaites, à étamines et pistils normaux. Important pourcentage de pollen viable. Ex. : *Malbec, Cabernet, Sauvignon.*

6° Fleurs hermaphrodites à pistil et ovules défectueux produisant des fruits parthénocarpiques ou sténospermocarpiques. Ex. : *Sultanine.*

L'utilisation de pollinisiteurs ne donnant que de médiocres résultats, il faudra recourir à la sélection clonale basée sur les mutations gemmaires pour éviter la coulure.

L. LEV.

CAPUCCI (C.). — **Le barbatelle proveniente da vivaio irriguo ed asciutto nelle piantagioni viticole.** (Les plants racines provenant de pépinières irriguées et leur utilisation dans les plantations viticoles). *Riv. Vitic. enol.*, IV, 8, 223-228, 1951.

Les recherches de l'auteur poursuivies pendant 11 ans consécutifs portaient sur l'effet de l'irrigation des racinés pendant leur séjour en pépinière et les conséquences de cette pratique sur le devenir ultérieur de ces plants. Les racinés provenant de pépinières irriguées

tous les 15 jours ont une reprise supérieure aux racinés provenant de pépinières non irriguées et ces derniers à leur tour s'enracinent mieux que les racinés irrigués tous les 8 jours. Les mêmes différences se retrouvent au cours du développement de ces plants pendant leur première année de plantation. Par la suite, ces différences s'atténuent et ni la vigueur ni la productivité ne viennent distinguer les souches de diverses origines.

J. Lev.

Weaver (R. J.) et Williams (W. O.). — **Response of flowers of Black Corinth and fruit of Thomson seedless grapes to applications of plant growth-regulators.** (Réaction des fleurs de raisin noir de Corinthe et des grappes de Thomson sans pépins après application d'hormones régulatrices de la croissance). *Bot. Gaz.*, CXI, 4, 1950.

Chez le Corinthe noir des inflorescences traitées en pleine floraison avec acide beta-naphtoxypropionique à 200 p. p. m. présentent un développement accru des baies et des grappes. Dans les mêmes conditions l'acide 4 chlorophénoxyacétique provoque le développement de baies pyrénées. Le même produit appliqué à de jeunes grappes Sultanine provoque un plus grand développement des baies traitées.

J. Lev.

Galet (P.). — **Méthode de description et de classification des espèces, variétés et hybrides de vignes.** *Prog. Agric. Vitic.*, CXXXVI, 40-41, 221-229, 1951.

L'auteur travaille depuis de longues années déjà à la mise au point d'une méthode ampélographique aussi simplifiée et mécanisée que possible qui permette :

1° l'établissement d'une clef de détermination des espèces du genre *Vitis* mettant en relief les caractères transmissibles par voie génétique,

2° la distinction au sein d'une espèce de toutes les variétés qui la composent,

3° la réunion des hybrides par leur phénotype.

Dans ce but, il s'appuie d'une part sur la villosité du bourgeonnement et du sommet du rameau dont dépend celle de la feuille adulte, d'autre part sur des mesures ampélométriques, dérivées de celles de Ravaz, mais traduites selon un code ampélographique, qui permet d'utiliser la mécanographie à des fins viticoles.

J. Lev.

Chapin (W. E.), Hafenrichter (A. L.) et Law (A. G.). — **Performance of strains of** *Lotus corniculatus* **on the North Pacific Coast.** (Comportement de variétés de Lotier corniculé dans les régions côtières du Pacifique Nord). *Agron. J.*, XLIII, 9, 438-445, 1951.

Des essais entrepris à Bellingham et Vancouver ont permis la comparaison entre variétés de *Lotus corniculatus* (5 variétés à feuilles larges et 2 variétés à feuilles étroites) et de *Lotus uliginosus* (2 variétés). *L. uliginosus* n'a donné que de très mauvais résultats. Il n'est pas adapté à des sols secs non irrigués. Dans l'espèce *L. corniculatus*, les deux variétés à feuilles larges, en particulier la nouvelle variété *Cascade* obtenue par sélection massale, ont fourni de bons résultats en culture pure ou en mélange avec du dactyle.

J. Pic.

6° Plantes horticoles

Hawthorn (L. R.) et Pollard (L. H.). — **Selection of great lakes lettuce strains for higher seed yields.** (Sélection de semences de laitue, variété « *Great Lakes* », en vue d'un rendement supérieur). *Proc. Americ. Soc. Hort. Sci.*, LVII, 323-328, 1951.

L'essai de 25 lignées autofécondées de laitue « *Great Lakes* », ayant des caractères végétatifs intéressants, a mis en évidence des différences significatives en ce qui concerne leur productivité en graines. Les lignées ont été classées d'après leur valeur marchande et leur productivité en graines. L'estimation de cette dernière peut être basée sur le développement de l'inflorescence.

J. M. C.

Lewis (C. A.). — **Some effects of day lenght on tuberisation, flowering and vegetative growth of tuberous-rooted** *Begonias*. (L'influence de la longueur du jour sur la tubérisation, la floraison et la croissance des Bégonias tubéreux). *Proceed. Amer. Soc. Hort. Sci.*, LVII, 376-398, 1951.

En créant, en hiver, des jours longs et une température de 18-21°, on obtient une flo-

raison du *Begonia* tubéreux et une croissance sans tubérisation. On a constaté que la mise en repos est normalement réglée par la température. Les plantes mises en serre, en jours courts, arrêtent leur développement et forment des tubercules. La tubérisation est fonction de la combinaison d'un excès d'hydrocarbones et d'un stimulus qui se forme en jours courts. Les feuilles doivent avoir un certain stade de développement pour recevoir ce stimulus.

J. M. C.

PRYOR (R. L.). — **Self pollination techniques and seed set on autotetraploid** *Antirrhinum*. (Techniques de l'autofécondation et de production des grains chez les Antirrhimum autotétraploïdes). *Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci.*, LVII, 406-407, 1951.

Les fleurs de l'*Antirrhinum* tétraploïde sont plus grandes et dépassent dans quelques variétés deux fois celles des formes diploïdes. Comme les tétraploïdes produisent très peu de graines, l'on a cherché des méthodes de pollinisation pour en obtenir davantage. Le moyen de déposer le pollen avec un pinceau sur le stigmate donne des résultats très satisfaisants.

J. M. C.

SCHROEDER (C. A.). — **Heterostyly and sterility in** *Carissa grandiflora*. (Hétérostylie et stérilité chez *Carissa grandiflora*). *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, LVII, 419-422, 1951.

L'étude de la biologie florale de *Carissa gandiflora* (plante des régions subtropicales, ornementale par ses fruits rouges) a démontré qu'il existait deux groupes bien distincts dans cette espèce.

1° Plantes portant des fleurs basistylées et 5 étamines fertiles ;

2° Plantes à fleurs longistylées dont les anthères sont stériles.

Les fleurs brevistylées hermaphrodites sont souvent protandres et dans certaines variétés autostériles.

La fécondation dans la nature se fait par l'intermédiaire d'une espèce d'hémiptère et par les *thrips*.

J. M. C.

STERLING (I. D. E.). — **The inheritance of flesh colour and club root reaction in Swedes.** (Hérédité de la couleur de la chair et du comportement vis-à-vis de *Plasmodiophora Brassicae* chez le rutabaga). *Sci. Agric.*, XXI, 253-268, 1951.

Pour vérifier l'opinion suivant laquelle les rutabagas à chair blanche seraient plus sensibles à *Plasmodiophora*, l'auteur a étudié le mode de transmission de ces deux caractères. Il a travaillé à partir de 4 parents isolés dans une population sensible et à chair jaune, et de 4 plantes résistantes à chair blanche choisies dans des descendances d'autofécondation poursuivies pendant 4 ans. Il a étudié les descendances d'autofondation de ces plantes, les F_1 et les F_2 des croisements entre résistants et sensibles, et les back-crosses des F_1 avec les deux parents.

Les résultats obtenus montrent que la coloration résulte de l'action de deux gènes complémentaires, les homozygotes récessifs étant jaunes, et que 4 paires d'alèles au moins jouent pour la résistance à *Plasmodiophora*, la sensibilité étant partiellement dominante.

M. RIV.

7° Divers

DICKEY (H. C.), PLUMMER (B. E.) et BANTON (J. J.). — **Feeding value of barn-dried versus field-cured hay.** (Valeurs alimentaires comparées de foin séché artificiellement et sur le champ). *Maine Agric. Expt. Sta. Bull.* 483, 29, 1950.

Les résultats obtenus, concernant l'engraissement des génisses, en faveur du foin séché artificiellement, sont en opposition avec des résultats obtenus précédemment, où la valeur alimentaire du foin séché naturellement semblait supérieure.

J. RE.

LANCASTER (R. J.). — **The measurement of feed intake by grazing cattle and sheep. I. A method of calculating the digestibility of Pasture based on the nitrogen content of foeces derived from the pasture.** (Mesure de la quantité d'éléments nutritifs prélevée par le pâturage du bétail et des moutons. I. Méthode de calcul de la digestibilité des pâtures basée sur la quantité d'azote contenue dans les matières fécales). *N. Zeal. Sci. Techn.*, XXXI, 1, 31-39, 1949.

Une série d'essais a permis de trouver une relation à peu près constante, entre le poids de matières organiques consommées par le mouton et la quantité d'azote contenue dans les excréments soit pour les pâtures considérées : 0,83 gr d'azote excrémentiel pour 100 g de matières organiques absorbées. Le rapport $Dn = \frac{100\,n - 83}{n}$ exprime donc la digestibilité théorique de la pâture si n est le pourcentage d'azote contenu dans les excréments. L'auteur a comparé cette valeur de digestibilité à celle qu'il obtenait dans les mêmes essais lorsque la « valeur protéine » était estimée à partir de la constante : 6,25 × N (N étant la quantité d'azote dosée dans le produit fourrager). La comparaison pour 52 essais lui a permis de vérifier son hypothèse.

L. Fx.

Parks (N. M.). — **Procedure in induction of new varieties of potato in Canada.** (Formalités nécessaires pour introduire de nouvelles variétés de pommes de terre au Canada). *Americ. Pot. J.*, XXVII, 2, 55-59, 1950.

Avant de pouvoir être vendue au Canada comme plant de semence, une variété nouvelle doit :

1° être inscrite au « Seed act » (analogue au Catalogue français des espèces et variétés);
2° être acceptée par l'organisme de production et de vente de plants contrôlés ;
3° être certifiée exempte de maladies ou d'insectes.

Une Commission délivre l'inscription et peut rayer la variété du catalogue si elle perd son influence économique.

Depuis 1923, date de création du catalogue, changer le nom d'une variété est considéré comme dommage répréhensible. Les variétés sont essayées dans un réseau d'expérimentation, et l'on met au point un système de tests pour uniformiser les méthodes d'analyses de rendement et de résistance aux maladeis. Depuis ces dernières années, une variété ne présentant pas de caractères intéressants pour le consommateur n'est plus acceptée.

R. Lais.

Le Directeur-Gérant : B. Laclavière.

Imprimerie Bussière à Saint-Amand (Cher). France. — 24-7-1952.
Dépôt légal : 3e trimestre 1952 *N° d'impression : 720*

RECHERCHES SUR LE CHATAIGNIER A LA STATION DE BRIVE

PAR

C. SCHAD, G. SOLIGNAT, J. GRENTE et P. VENOT
Centre de Recherches agronomiques du Massif Central

PLAN DU MÉMOIRE

1re *partie* : Introduction

Le problème du Châtaignier.

La disparition du châtaignier en France et à l'Étranger.
Le dépérissement et ses causes.
Reconstitution des châtaigneraies.

Historique.

2e *partie* : Méthodes de recherche

Généralités.

Études préliminaires.

Caractères distinctifs des espèces.
Etude de la reproduction sexuée.

Biologie florale.

Morphologie des fleurs.
Phénologie des fleurs.
Réceptivité des stigmates.
Durée de maturation de la châtaigne.
Pollen et pollinisation.
Parthénocarpie.

Facteurs de la fertilité.

Stérilité.
Autofécondation.
Fécondation croisée.
Fécondation libre.

Mise à fruits rapide.

Germination.

Étude de la vigueur.

Pratique de la sélection.

Obtention du matériel.

Prospections.

Multiplication sexuée des arbres repérés.

Semis de fécondation libre.
Semis de fécondation contrôlée.

Polyplofdie naturelle et expérimentale.

Épreuve du matériel.

Épreuve de la résistance à la maladie de l'Encre.
Contamination libre.
Contamination artificielle.
Méthodes d'inoculation.
Épreuve de la résistance à l'Endothia.
Essais écologiques.
Multiplication du matériel.
Multiplication végétative.
Bouturage.
Marcottage.
Greffage.
Chataigneraies à graines.
3e *partie* : **Résultats obtenus**
Résistance à l'Encre et son hérédité.
Hérédité des caractères végétatifs.
Plants résistants obtenus.
Conclusions.
Résumé.
Bibliographie.

PREMIÈRE PARTIE

INTRODUCTION

LE PROBLÈME DU CHATAIGNIER

La disparition du châtaignier en France et a l'Etranger

Au cours des soixante dernières années, la culture du châtaignier a constamment régressé en France au point de ne couvrir en 1948 que 45 % des surfaces occupées en 1882 ; parallèlement, la production de châtaignes consommées à la ferme ou commercialisées s'est restreinte et n'atteint, à la même date, que 20 % de ce qu'elle était en 1890 (24), (tabl. 1).

TABLEAU I

Régression de la culture du châtaignier en France

Années	Surfaces	Années	Production de fruits
	ha		tonnes
1882	355 700	1890	511 800
1892	309 400	1900	394 800
1947	162 000	1910	141 400
1948	161 200	1920	160 600
		1947	115 500
		1948	92 700

La régression est très importante dans la zone Ouest du Massif Central, dans l'Ouest, les Pyrénées et les Alpes ; elle est moins forte dans la zone Est du Massif Central, Méditerranée, Corse (tabl. 11).

TABLEAU II

Superficie en ha

	1892	1946	Réduction %
Zone Ouest du Massif-Central	157 000	64 800	56,8 %
Zone Est du Massif-Central, Méditerranée-Corse	117 500	29 900	23,50 %
Zone Ouest	11 400	450	96 — %
Zone pyrénéenne	5 400	1 925	64,30 %
Alpes	3 à00	900	72,70 %

Il faut ajouter une autre constatation qui ne manque pas d'avoir d'ores et déjà de graves répercussions sur l'économie de certains départements : c'est l'exode rural. Il a été sensible au cours des soixante dernières années dans l'ensemble de la France, mais il est particulièrement marqué dans les régions où le châtaignier était à l'honneur : dans les départements de l'Ardèche, Lozère, Aveyron, Cantal, Corrèze, la population rurale a diminué de 20 à 30 %. La disparition des châtaigniers dans ces départements n'est pas la seule raison de cet exode vers la ville. Mais, il n'est pas moins certain que cet état de fait a intensifié de façon notable ce déplacement de population.

La situation n'est pas particulière à la France ; en Espagne, la régression est encore plus prononcée. En 1945, on comptait dans ce pays 112-115 mille ha plantés en châtaigneraies, représentant le tiers de ce qu'elles étaient il y a soixante ans (10). Dans les provinces du Nord et du Nord-Ouest, 80 % des châtaigneraies ont disparu. Dans la seule province de la Coruña, la réduction est de 91 %, atteignant 100 % dans certains secteurs. On peut dire que l'on assiste, actuellement, en Espagne à la disparition progressive mais totale du *C. sativa* (31). Le problème espagnol du châtaignier s'est encore compliqué récemment par l'apparition de foyers d'*Endothia parasitica* dans la région de Bilbao.

Aux États-Unis, le châtaignier était florissant depuis les états de la Nouvelle-Angleterre jusqu'au Golfe du Mexique, et du Mississipi à l'Atlantique. Le *Phytophthora Cinnamomi* (12) dont l'introduction remonterait à 1824 (9) a été le principal agent de la disparition des châtaigniers américains des régions méridionales. Par contre, l'*Endothia parasitica* (13) introduit en 1904 est responsable de la perte des châtaigniers des régions septentrionales. La rapidité de l'extension de cette dernière maladie est telle qu'en cinquante ans, toute la zone de culture du châtaignier est atteinte.

En Italie, la maladie de l'Encre existe depuis très longtemps, mais les ravages de l'*Endothia* découvert en 1938 l'ont fait passer au second plan. En Suisse, l'*Endothia* a été découvert en 1940 dans le Trentin, et en 1950 en Yougoslavie, région de Goritza.

En France, le prix de la main-d'œuvre (rareté et prix de revient), joint à la

nature du terrain souvent peu fertile ou difficile d'accès, ne permettent pas toujours de substituer aux anciennes châtaigneraies détruites des cultures rémunératrices, et l'étendue des friches et des landes à genêts ou de bruyère s'accroît chaque année. Dans quelques rares régions, cependant, cette substitution a pu avoir lieu. Dans les Cévennes et dans l'Ardèche, des fonds de vallées et des flancs de coteaux peu inclinés se sont couverts de prés et de pâtures pour l'élevage et la production du lait, de plantations de pommiers ou de pêchers, de vigne, et parfois même de céréales. Dans les terrains accidentés, difficiles d'accès et peu fertiles, le reboisement a été envisagé avec d'autres essences. Le pin en est la principale actuellement : mais en règle générale, ces terres sont abandonnées et le reboisement en pin ne peut se substituer au châtaignier pour assurer la vie des populations rurales.

Du point de vue économique, le châtaignier occupe une place prépondérante dans l'économie de certains départements : production de châtaignes pour l'alimentation humaine et animale, industries de transformation du bois à tous âges de l'arbre : bois d'œuvre, tannin, pâte à papier et dérivés chimiques. La disparition totale du châtaignier créerait un déséquilibre lourd de conséquences par la perte d'une source de profits vitale pour la population rurale.

Le dépérissement et ses causes

Pour expliquer cette régression constante, différentes causes ont déjà été invoquées. Les uns l'attribuent à la mévente des châtaignes ou à la cherté de la main-d'œuvre, obligeant le cultivateur à abandonner ses châtaigneraies ; les autres, enfin, à l'exploitation abusive pour fourniture de bois aux usines d'extrait tannant. D'autres voient dans l'appauvrissement du sol, les mauvais entretiens et le vieillissement des châtaigneraies, les raisons dominantes de ce recul. Sans vouloir nier toute valeur à ces arguments, il n'en est pas moins vrai que les pertes subies depuis soixante ans dans les châtaigneraies sont le fait, avant tout et par-dessus tout, de la « maladie de l'Encre », déterminée par les *Phytophthora cambivora* (Petri), Buiss et *Phytophthora Cinnamomi* Rands champignons parasites des racines. Cette maladie signalée en Italie en 1842 au Portugal en 1853, en France dans le Pays Basque en 1860, a atteint maintenant à des degrés divers, toutes les régions castanéicoles, où elle a causé la mort d'un grand nombre d'arbres allant jusqu'à la destruction de châtaigneraies entières sur de larges étendues (Gard, Ardèche, Corrèze, Pyrénées) (fig. 1, 2,3).

Nous avons exposé dans une note à l'Académie d'Agriculture de France (16 *a*) les résultats de travaux de prospection et de laboratoire sur les causes du dépérissement en France (fig. 4, 5, 6). Nos conclusions sont que la maladie de l'Encre continue son évolution et ses ravages dans la plupart des régions castanéicoles ; qu'il est possible de détecter la présence des *Phytophthora* dans

FIG. 1. — Châtaigniers *C. sativa*, atteints de la maladie de l'Encre. Région de Vigeois (Corrèze).

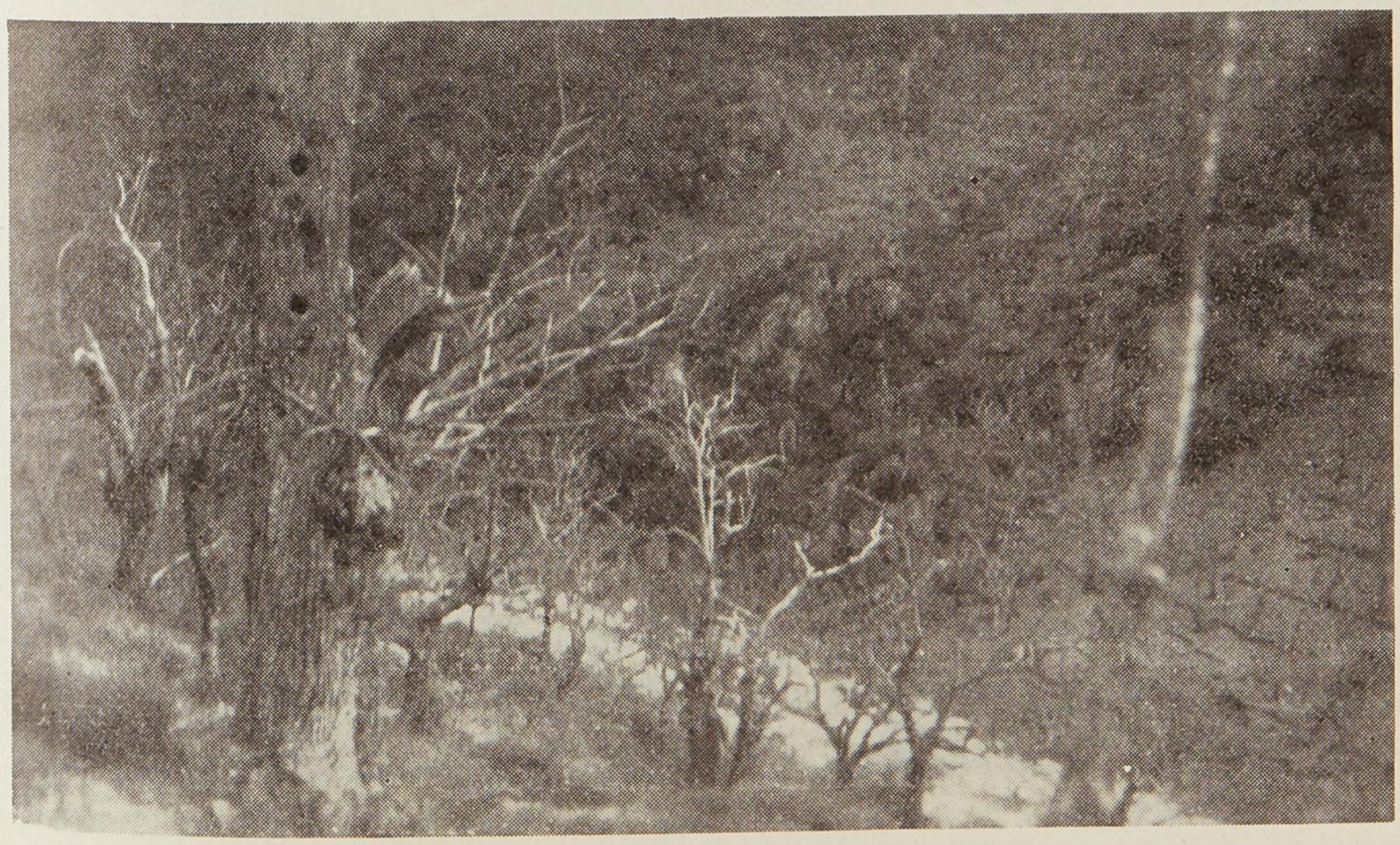


FIG. 2. — Châtaigneraie détruite par la maladie de l'Encre dans la Vallée du Chassezac (Ardèche).

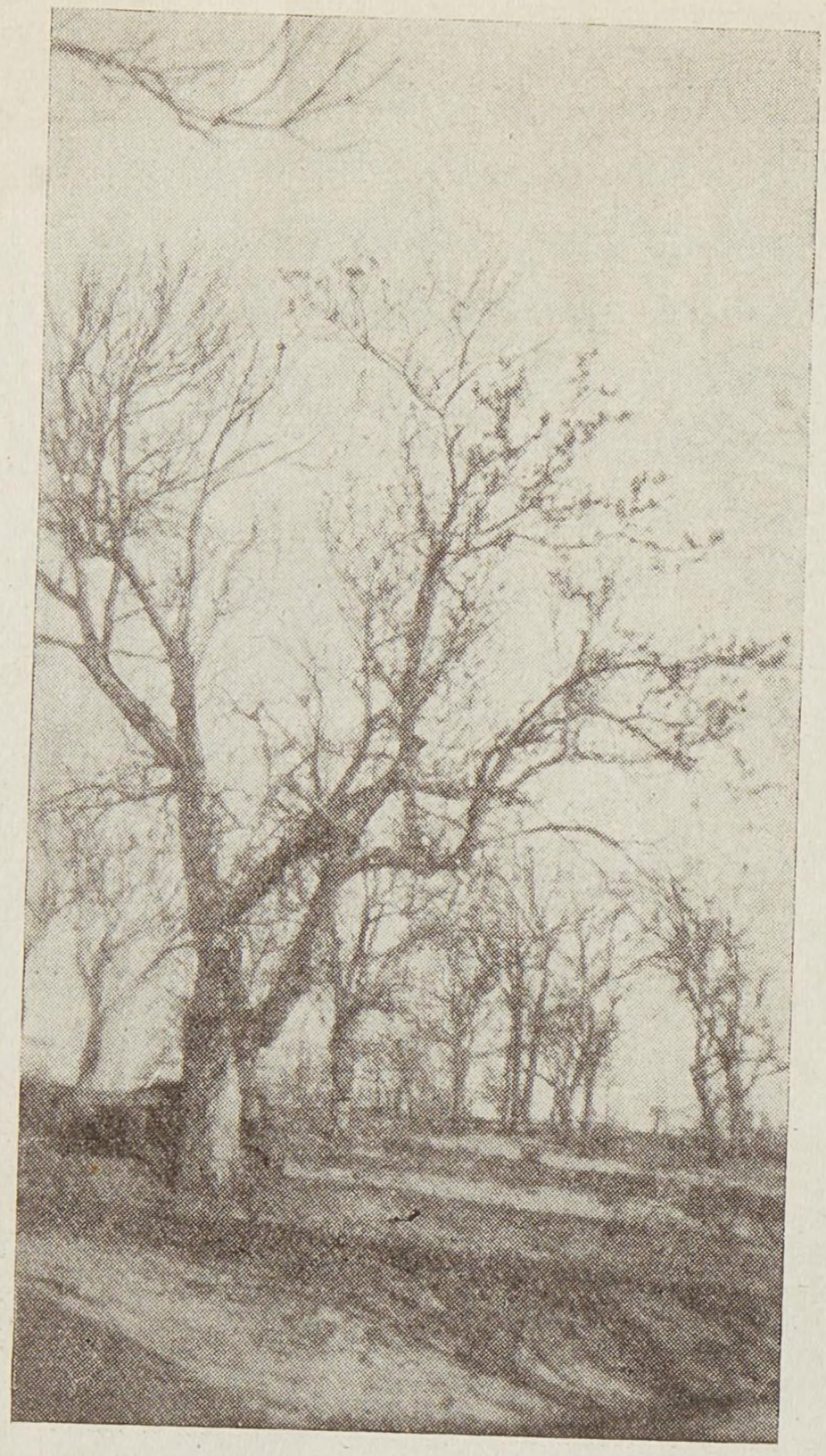


FIG. 3. — Châtaignier atteint par l'Encre à Colognac (Gard).

FIG. 4. — Cambium détruit et noirci à la base d'un arbre atteint de la maladie de l'Encre.

FIG. 5. — Symptômes et mort en cime de la maladie de l'Encre à Vesseaux (Ardèche). En premier plan, arbre non atteint · au second plan, arbre atteint de la maladie de l'Encre.

la presque totalité des arbres dépérissants ; que la mauvaise connaissance des symptômes et du mode d'évolution de la maladie de l'Encre a provoqué des confusions regrettables, parce que, dans beaucoup de cas, les arbres peuvent être atteints sans présenter le symptôme de coulure d'Encre (fig. 4) ; que le problème de fertilisation des châtaigneraies est entièrement indépendant de celui du dépérissement.

Le problème de l'*Endothia* est aussi à considérer. La menace est précise puisque cette maladie existe à proximité de nos frontières italiennes et espagnoles. Il s'agit du chancre de l'écorce (Bark Canker ou Chestnut Blight) causé par l'*Endothia parasitica* (MURR.) A. et A. champignon parasite des parties aériennes du châtaignier, provoquant, sur le tronc et les branches, des chancres qui entraînent la mort de l'arbre.

On a vu précédemment quelle pouvait être la gravité de cette maladie à l'étranger. Jusqu'à présent, il n'a pas été signalé de foyers d'*Endothia* en France ; cependant, toutes les mesures phytosanitaires de protection mises en vigueur ne peuvent que retarder son introduction et ensuite limiter son extension.

Reconstitution des châtaigneraies

Selon MILLISCHER (24), il ne serait pas nécessaire de replanter une surface équivalente à celle existante en 1882. Il est utile de connaître auparavant, pour chaque région, l'état de l'équilibre entre la production et les débouchés. L'enquête en cours a montré que le châtaignier présente un intérêt économique ou cultural dans la plupart des départements actuellement castanéicoles.

D'ores et déjà, la reconstitution des châtaigneraies doit être envisagée sous le double point de vue de la production fruitière et de la formation de massifs forestiers. Dans certaines régions favorisées, la production fruitière pourrait s'orienter vers la constitution de plantations entretenues et traitées sur le modèle des exploitations arboricoles modernes. Dans les régions d'altitude, accidentées ou à terrains pauvres, la formation de massifs forestiers, futaies ou taillis permettra l'exploitation du bois et, accessoirement, une production de fruits assurant l'alimentation des animaux.

Le premier problème technique à résoudre est celui de la résistance aux maladies : obtention de types résistants à l'Encre, maladie du système radiculaire et de types résistants au chancre de l'écorce, maladie de l'appareil aérien, ou mieux, de types résistants aux deux.

Le second problème est l'adaptation de ces plants obtenus aux divers milieux écologiques. Pour les deux destinations, fruitière et forestière, ces qualités sont, étant donné la nature des terrains ordinairement réservés aux châtaigneraies, la résistance à la sécheresse, le peu d'exigence en éléments nutritifs, le débourrement tardif pour éviter les gelées printanières, la résistance au froid d'hiver ou de printemps et la puissance du système radiculaire pour assurer un bon établissement.

Les types obtenus, résistants aux maladies et adaptés écologiquement, doivent en outre présenter un certain nombre de qualités complémentaires en rapport avec leur utilisation. Pour le reboisement forestier, futaies ou taillis, on pourra utiliser des plants non greffés, résistant à l'Encre et à l'*Endothia*, donnant des arbres à croissance rapide, atteignant un grand développement et présentant une teneur élevée en tanin. Pour la culture fruitière, la plantation pourra se faire soit avec des producteurs directs non greffés, soit avec des plants greffés en bonnes variétés fruitières.

Dans le cas de plants greffés, la maladie de l'Encre, qui intéresse la partie souterraine de l'arbre, nécessite toujours la résistance du porte-greffe. Au contraire, l'*Endothia* n'attaquant que les parties aériennes exige la résistance du greffon et du porte-greffe si le greffage est fait en hauteur, et seulement la résistance du greffon si le greffage est fait en pied. Les qualités complémentaires à exiger du porte-greffe sont une bonne compatibilité avec les greffons qui lui seront confiés et une adaptation au système de culture choisie. Pour faciliter la récolte des fruits et les traitements ; les porte-greffes, à faible vigueur et déterminant une mise à fruits précoce, produiront des arbres de petite taille à destination de plantations essentiellement fruitières. Pour des plantations à double fin, fruitière et sylvicole, des porte-greffes à grande vigueur sont à rechercher.

Les greffons résistant à l'*Endothia* et adaptés aux conditions écologiques devront donner des fruits de qualité répondant aux exigences de la consommation et de l'industrie. Ces fruits devront être de bonne conservation, résistants aux parasites animaux et végétaux et présenter de bonnes qualités gustatives et technologiques ; en particulier grosseur, absence de cloisons internes, finesse, saveur sucrée et bonne tenue de la chair à la cuisson sont à rechercher. Pour des raisons commerciales et écologiques, il est à prévoir la création de types à maturité échelonnée. Pour faciliter la récolte, la recherche de types à bogues de bonne déhiscence libérant naturellement les fruits n'est pas à négliger. Dans le cas de producteurs directs, toutes les qualités précédemment énumérées devront être réunies dans le même individu.

HISTORIQUE

Devant l'extension prise par la maladie de l'Encre, des essais de replantations ont été faits en partant de *C. crenata* et *C. mollissima* importés directement de leur pays d'origine sous forme de plants ou de châtaignes.

Prunet (25), (26), (27) préconise, en 1904, l'emploi des types *C. crenata*. Reconnaissant que les plants et les fruits importés directement du Japon arrivent presque toujours en mauvais état, quelles que soient les précautions prises pour l'emballage, il propose de constituer d'abord des pieds-mères destinés à fournir du bois de greffe ; de les reprendre de greffe sur châtaignier commun afin d'obtenir des châtaignes utilisables pour constituer des pépi-

nières. PRUNET (25) tente la greffe sur chêne, sur hêtre et sur aulne ; mais l'incompatibilité très forte existant entre ces espèces et le châtaignier, ne permet pas d'envisager ce procédé sur le plan pratique. Le châtaignier de l'arboretum de Dijon greffé sur *Quercus pedonculata* en 1839 constituait une exception ; il est d'ailleurs mort en 1946.

En 1904, A. DE BOURNET introduit des *C. crenata* en Ardèche. Entre 1907 et 1912, différentes introductions de châtaignes de *C. crenata* eurent lieu dans le Pays Basque. G. COUDERC (7), (8) entre 1919-1921, grâce à la mission MIEVILLE et des correspondants situés dans le pays d'origine, importe une quantité importante de châtaignes de *C. crenata* et de *C. mollissima* ainsi que des chênes du Laos, d'Annam et de Chine supposés bons porte-greffes. Il procède à des hybridations entre *C. crenata* et *C. sativa* ; il tente même la multiplication végétative, sans succès d'ailleurs, il applique la même méthode que pour la recherche des plants de vigne résistant au Phylloxéra et préconise le semis dense de châtaignes en terrain contaminé par la maladie de l'Encre en vue de la sélection des types résistants.

En 1922, MANGIN L. (19), (20), (21) reprend les idées de PRUNET concernant l'introduction de plants de provenance directe du Japon et de la Chine. Il fait ressortir le grave danger que présente l'importation de ces plants, susceptibles d'introduire la maladie de l'*Endothia* en France. Il conseille donc la constitution d'un nombre réduit de pépinières, formées d'arbres d'origine soumis à un contrôle ; les plants obtenus pouvant être délivrés ensuite aux particuliers. En 1925, à la suite des introductions faites en 1923 et 1924, près de 25 000 plants avaient ainsi été distribués dans les départements les plus éprouvés par l'Encre et 11 000 réservés à la constitution de la pépinière de Chèvreloup à Versailles (22).

Depuis 1925, il n'y a pas eu d'autre introduction de plants d'origine. Les châtaignes récoltées sur les types vivant en France ont servi à créer d'autres pépinières dont les plants greffés ou non étaient distribués par les Offices agricoles ou des Sociétés privées comme la Société de Reboisement en Châtaigniers de Brive.

Les prospections effectuées depuis 1948 ont permis de retrouver les restes de ces différentes introductions et reproductions. De celles de DE BOURNET, il ne demeure à Lalevade d'Ardèche que 5 arbres de dimensions moyennes qui méritent une mention spéciale en raison de leur bon comportement (fig. 7). Cependant, à Lazuel près d'Aubenas, dans le champ d'expérience de G. COUDERC, une grande partie des plantations est encore visible et elle contient du matériel intéressant.

Des introductions de PRUNET, il ne reste que quelques arbres de dimensions réduites à Genolhac (Gard) et aux Haras de Pompadour (Corrèze). Mais rien n'a été retrouvé au Lindois (Charentes).

Les châtaignes introduites provenaient de lots achetés sur les marchés locaux. Bien que, parmi les *C. crenata*, le type Shiba-Guri à petites châtaignes

FIG. 6. — Port des feuilles terminales d'un arbre atteint de l'Encre, à gauche et d'un arbre sain, à droite.

FIG. 7. — *Castanea crenata* d'origine.
Introduction A. DE BOURNET (1904). Pépinière de Lalevade d'Ardèche.

soit considéré comme type forestier dans son pays d'origine, et le type Tamba-Guri à fruits plus gros soit donné comme type fruitier, les descendants ont révélé une hétérogénéité dans la forme des fruits, la précocité, la vigueur et le développement. Ces lots n'offraient donc aucune garantie d'homogénéité et il en fut de même pour les rares importations de *C. mollissima*.

Par ailleurs, les châtaigniers exotiques se développent dans leur pays dans des régions à pluviosité et humidité fortes, dans des sols frais et assez profonds. Cultivés en France, ils se sont montrés pour la plupart à débourrement et à floraison trop précoces, mal adaptés aux conditions écologiques des principales régions castanéicoles de notre pays à terrains secs, pauvres, où le climat va de la forte chaleur et la sécheresse en été, aux froids rigoureux de l'hiver. Par ailleurs, la qualité des fruits laisse à désirer comparativement aux normes du goût français. Ils ont, cependant, l'avantage d'être moins sensibles aux attaques du Balanin et du Carpocapse. Enfin, comme porte-greffes, ils ont montré nettement peu d'affinité avec les variétés fruitières indigènes. Du point de vue forestier, ils manifestent une vigueur et un développement très nettement inférieur à nos types indigènes ; leur bois est cassant et envahi le plus souvent par le *Coryneum*.

Ces différentes introductions ont eu le mérite de confirmer la résistance à l'Encre des *C. crenata* et *C. mollissima* d'origine. Plantés à l'emplacement d'arbres indigènes morts de l'Encre ou en régions contaminées, ils ont végété et ont fructifié alors que les types indigènes voisins sont morts depuis longtemps.

Si la mauvaise adaptation écologique des types exotiques d'origine a été la cause primordiale de leur échec dans notre pays, les plants distribués par l'intermédiaire des Offices agricoles et obtenus par semis des châtaignes récoltés sur les arbres japonais d'introduction directe, ne pouvaient donner de résultats intéressants. En effet, les châtaignes dont ils étaient issus provenaient des hybridations naturelles entre les japonais et les pollinisateurs français avoisinants puisque la fécondation croisée est la règle chez le châtaignier. Les pollinisateurs français leur communiquaient leur sensibilité à l'Encre, caractère partiellement dominant dans les croisements entre les deux espèces. La descendance des types exotiques d'origine ne peut présenter un pourcentage de types résistants important que lorsque les plantations sont suffisamment denses pour qu'il y ait fécondation des types entre eux et peu d'interventions de pollinisateurs indigènes ; c'est le cas des *C. crenata* de Lalevade d'Ardèche.

La lutte directe a été envisagée. En Italie et particulièrement en Espagne, on a préconisé l'application des sels de cuivre sur le collet et les grosses racines (méthode URQUIJO) (32) ; ce traitement constitue un moyen de retarder l'évolution de la maladie mais ne peut être considéré comme solution définitive.

C'est pour résoudre ces problèmes qu'il a été créé en 1946, sous la direction scientifique de l'Institut national de la Recherche agronomique, à l'aide de subventions de la Station de Recherches et Expériences de l'École nationale

des Eaux et Forêts et avec le concours financier de la Société de Reboisement en châtaigniers de Brive, société constituée par les industriels en extraits tannants, une Station d'amélioration du châtaignier dépendant du Centre de Recherches agronomiques du Massif Central, avec un laboratoire et des pépinières situées à Brive ainsi qu'à Lalevade d'Ardèche.

Ce sont les travaux réalisés depuis 1946 à cette Station qui font l'objet du présent mémoire.

DEUXIÈME PARTIE

MÉTHODES DE RECHERCHE

GÉNÉRALITÉS

Tous les problèmes techniques n'ont matériellement pas pu être étudiés dès 1946. Les premières études ont porté sur le problème le plus urgent qui était celui de la résistance à l'*Encre*. Parallèlement, on constituait un matériel de travail pour l'étude de la résistance à l'*Endothia*. Enfin, l'adaptation écologique a été recherchée conjointement à la résistance aux maladies (28-29).

Les autres aspects de l'amélioration du châtaignier que nous avons développés dans l'introduction seront étudiés dans l'avenir, en particulier la valeur industrielle pour la production de tanin, la question des variétés fruitières et les autres problèmes annexes.

L'orientation du travail de sélection s'est inspirée des recherches antérieures et des causes de leur échec. La recherche de facteurs de résistance à l'*Encre* s'est faite en utilisant comme matériel de départ les types exotiques résistant à la maladie : *C. crenata, C. mollissima, C. Henryi, C. Seguinii* (12) et certains types de *C. sativa* présentant un bon comportement en zones décimées par cette maladie, notamment les types à petites châtaignes.

La recherche de facteurs de résistance, à l'*Endothia* peut être envisagée par l'utilisation des mêmes types, puisque *C. mollissima* et *C. Seguinii* sont donnés comme résistants et que certains *C. crenata* et *C. Henryi* présentent des signes de résistance incomplète (15). Chez le *C. sativa* cependant, il n'est pas impossible de trouver également des facteurs de résistance (1), (2).

Les facteurs d'adaptation écologique et de vigueur sont à rechercher en premier lieu chez les *C. sativa*, en second lieu chez certains *C. crenata* et *C. mollissima* des anciennes plantations d'exotiques qui ont réussi à se maintenir jusqu'à nos jours.

Tous les moyens utilisés dans l'amélioration des plantes doivent être mis en œuvre pour parvenir aux résultats cherchés : sélection, hybridation, mutations provoquées doivent être utilisées.

Il est évident que de tels travaux nécessitaient des études préliminaires concernant les caractères distinctifs des espèces, la reproduction sexuée ainsi que la biologie de la maladie de l'*Encre*. Pour éviter les erreurs commises dans le passé, il était nécessaire d'étudier la transmission des caractères en reproduction sexuée et de mettre au point une méthode de multiplication végétative pour pouvoir reproduire les types identiques à eux-mêmes.

ÉTUDES PRÉLIMINAIRES

Caractères distinctifs des espèces

L'étude des caractères distinctifs des principales espèces cultivées ou introduites en France s'imposait pour être à même de discerner, dans les plantations d'exotiques encore existantes, les types originaux des types hybrides issus de châtaignes récoltées sur les exotiques en France. Pour les trois espèces : *C. sativa*, *C. crenata* et *C mollissima*, les caractéristiques fondamentales ont été définies pour les rameaux, les feuilles, les bogues et les fruits.

Castanea sativa (MILLER) : **Châtaignier d'Europe ou d'Espagne.**

Rameaux. — Trapus, gros, rectilignes, mais souples, non cassants. Les rejets sont drus, de couleur verte dans le jeune âge, tournant, après aoûtement, au brun chocolat ou brun acajou. *Non pileux.* Certains types cependant, tel le « Bouscasse de Lozère » sont légèrement pileux et donnent une descendance à forte pilosité : les poils sont courts, drus, épais à la base et plantés obliquement par rapport à l'axe du rameau, presque couchés sur lui en direction remontante.

Aspect très fortement côtelé, surtout chez les rameaux jeunes présentant en général cinq côtelures principales. En coupe transversale, la moelle affecte la forme d'une étoile à 5 branches dont chaque pointe correspond à une côtelure principale sur le rameau. Épiderme à nombreuses lenticelles blanches.

Bourgeons : très gros, de forme triangulaire, à base large. Non pileux ou à pilosité faible avec poils très courts. Insérés sur le rameau selon une disposition généralement du type 2/5.

Feuilles. — Grandes, allongées, larges, acuminées, ovales lancéolées. Limbe plat, mat ou brillant, longueur 8-20 cm. Base des feuilles jeunes : ronde, ovale, non dentée ; adultes : base cordiforme, symétrique et dentée. Base d'insertion du pétiole large, trapue, avec trois côtelures y convergeant. Fait une saillie légère sur le rameau porteur.

Nervures principales : face supérieure, en général glabre ou présence de quelques poils longs, épais, isolés, très glanduleuse quand la feuille est jeune. Face inférieure, en général glabre ou présence de quelques poils longs, épais, isolés, et quelques poils courts vers la rencontre avec le limbe.

Dents : situées dans le prolongement des nervures secondaires ; très accusées et très profondes, à base d'insertion large avec sinus très accusé de forme ronde ou sensiblement rectiligne (dents en scie ou en escalier). Souvent aspect frisé, la pointe dirigée vers le sommet de la feuille. Ne sont pas pileuses.

Stipules : courtes, larges, à base étroite, rapidement caduques, ne laissant qu'une faible trace après leur chute.

Bogues. — Dimensions variables selon les types considérés. Les types sauvages sont à petites bogues (4-5 cm dans la plus grande largeur), plus grosses dans les types améliorés (15-20 cm).

Le pédoncule est court et la bogue se trouve placée dans la partie terminale du rameau fructifère. La paroi interne est revêtue d'un feutrage de poils blancs, soyeux sauf aux emplacements des cicatrices des châtaignes. La paroi externe porte une pilosité dense à poils courts, drus. Les aiguillons sont plus courts que chez les *C. crenata* et *C. mollissima*. Ils sont à tronc souple, grêle avec 2-3-4 ramifications secondaires ou à tronc court, ramifiés à la base. Leurs ramifications sont étalées et enchevêtrées de sorte que la paroi externe de la cupule n'est pratiquement pas visible. Ils sont plus raides que dans *C. mollissima* mais moins que dans *C. crenata*. Les ramifications portent une pilosité faible, à poils longs et isolés jusqu'à mi-longueur : leur section est circulaire.

La déhiscence est variable mais en général meilleure que chez *C. crenata* et *C. mollissima*. Chez certains types, les bogues s'ouvrent entièrement, laissant échapper toutes les châtaignes et ne tombent elles-mêmes que bien après. Les plages de déhiscence ne sont marquées sur la paroi de la bogue que par deux lignes de bractées courtes, légèrement pileuses.

Châtaignes. — Forme variable : vue de face, peut aller de la forme gousse d'ail à la forme elliptique ou ovoïde. En section transversale, selon la place dans la bogue et le nombre de châtaignes renfermées dans celle-ci, peut présenter une ou deux faces planes, ou une ou deux faces convexes. L'enveloppe extérieure est de couleur variable, mais en général celle-ci varie du brun rouge acajou au brun chocolat. Cette enveloppe peut présenter de légères côtelures qui sont d'une teinte plus foncée que l'ensemble. La partie supérieure qui porte les restes des stigmates (torche) est couverte d'une pilosité blanche, laineuse dont l'extension sur le péricarpe est en général faible. Cette pilosité peut s'étendre légèrement sur l'enveloppe notamment chez les châtaignes provenant de types sauvages.

La cicatrice située à la partie inférieure est réduite et toujours moins étendue que la section transversale de la châtaigne. Sa surface est lisse ; elle porte en sa partie centrale une impression plus ou moins ponctuée noire, épousant la forme d'une étoile à branches multiples.

La ligne de contact qui sépare la cicatrice du reste de la châtaigne peut être rectiligne ou ondulée. En général, sans poils, elle l'est cependant chez les types sauvages (petits fruits).

La grosseur est très variable également. Un kg peut contenir de 60 châtaignes chez les belles variétés cultivées à 300 chez les types sauvages. Crue, la saveur de la chair est sucrée dans les types améliorés mais peut atteindre une amertume plus ou moins grande chez les types à petites châtaignes.

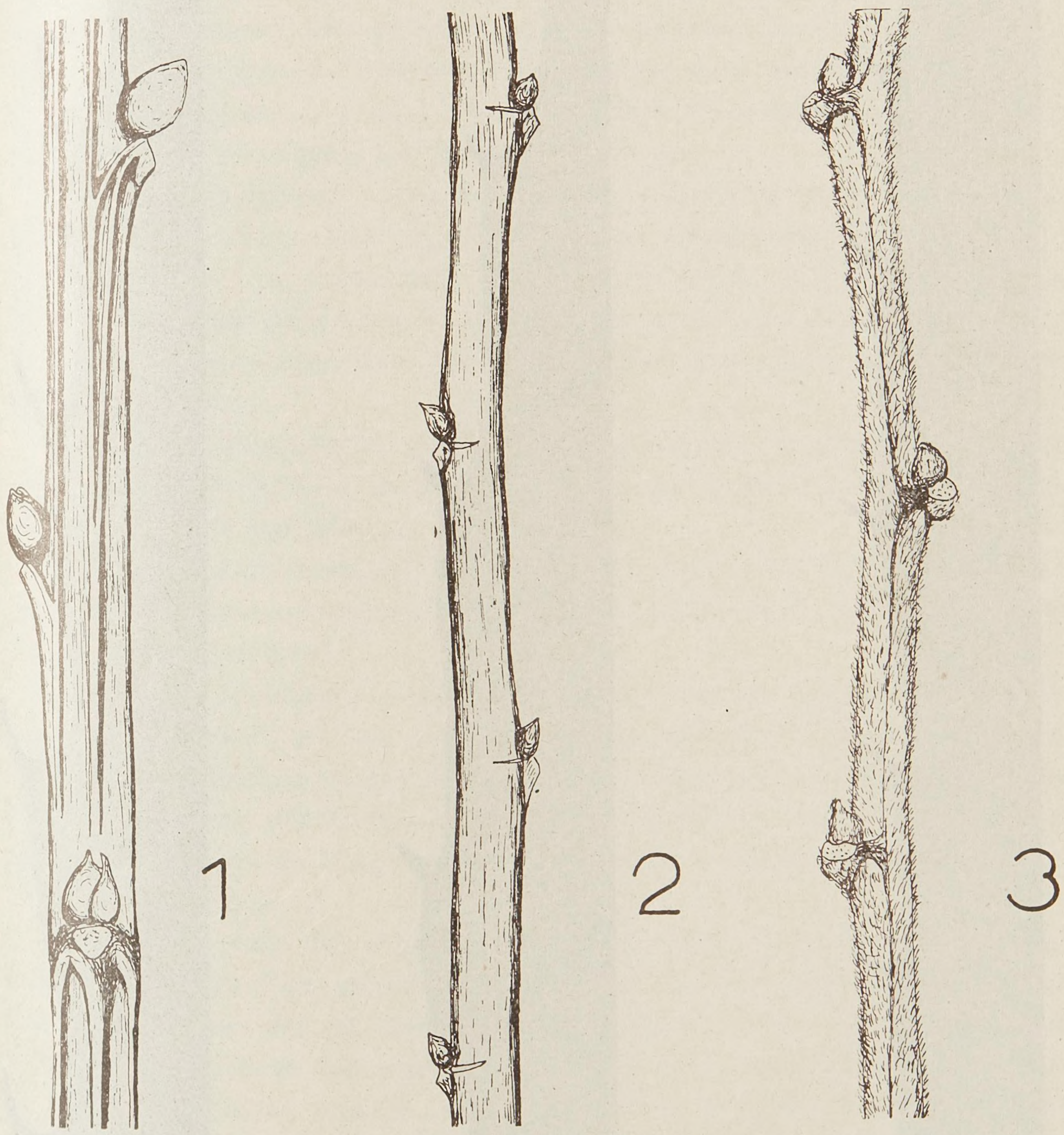


FIG. 8. — Rameaux de *Castanea*.
De gauche à droite : 1. *C. sativa*, 2. *C. crenata*, 3. *C. mollissima*.

Castanea Crenata (SIEB. et ZUCC) : **Châtaignier du Japon**.

Rameaux. — Grêle, flexueux, donnant aux rejets jeunes un aspect pleureur, mais cassant. Couleur brun jaune en général, certains types rouge vif. Non pileux en général, sauf parfois à l'état jeune, cylindrique, côtelé ou seulement côtelé à l'extrémité. En coupe, la moelle affecte la forme d'un X à branches inégales, les deux branches les plus longues correspondant aux génératrices sur lesquelles sont placés les bourgeons. Épiderme à nombreuses lenticelles blanches.

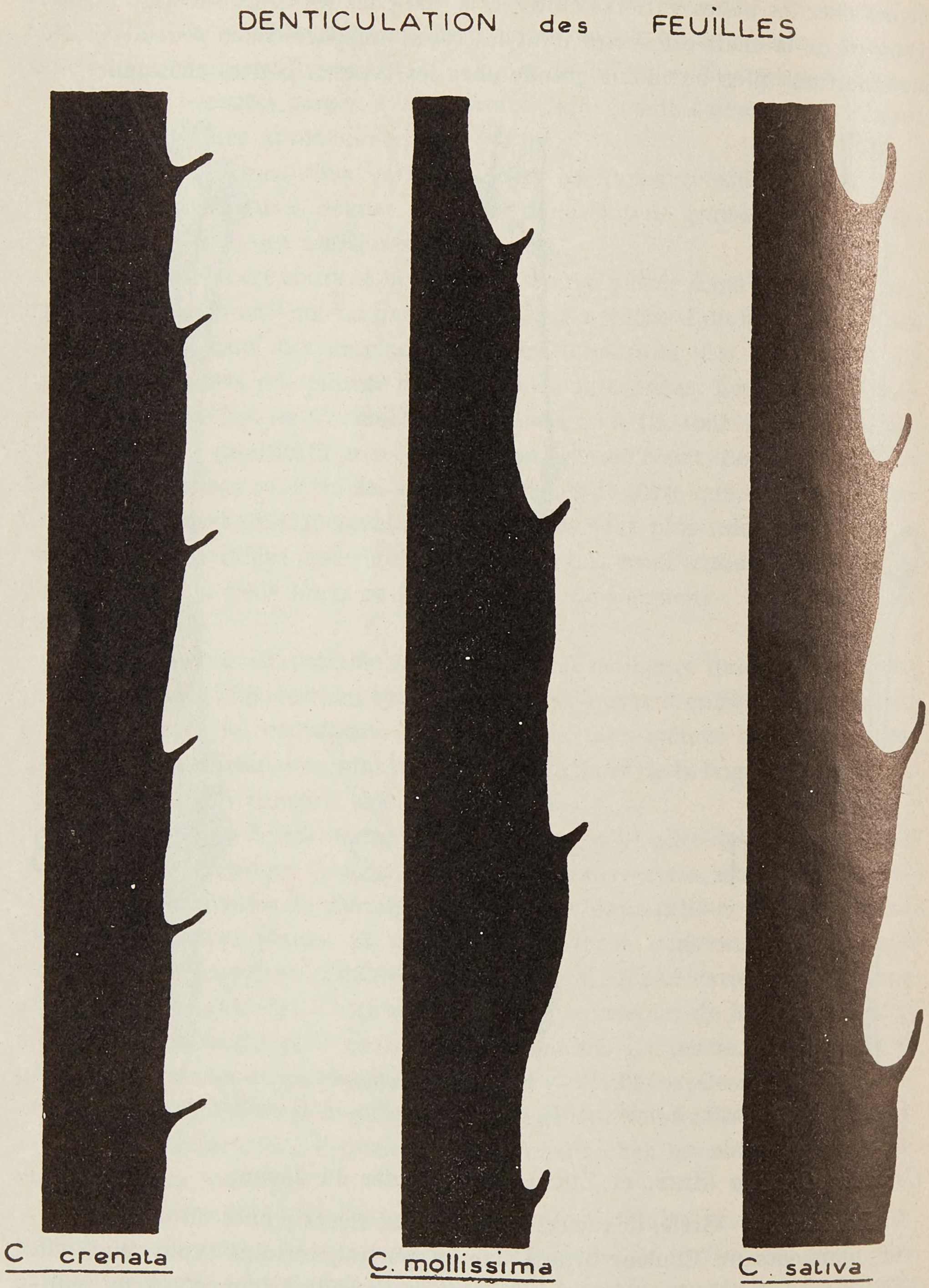


FIG. 9. — Dents des feuilles de *Castanea*.
De gauche à droite : *C. crenata*, *C. mollissima*, *C. sativa*.

Bourgeons : petits, côniques, plus longs que larges et moins larges que le rameau. En général, non pileux. Insérés sur le rameau selon une disposition alterne (1/2).

Feuilles. — Allongées, très acuminées. Limbe en V assez fermé (aspect feuille de pêcher) souvent falciforme. La base des feuilles jeunes est ronde ovale, dissymétrique, non dentelée ; chez les adultes, elle est souvent ronde, ovale, dissymétrique à légèrement cordiforme, non dentée. Dimensions : 9-15 cm de longueur, 3-3 cm,5 de largeur. Base d'insertion du pétiole petite. Fait une saillie très légère sur le rameau porteur.

Nervures principales : face supérieure : pilosité moyenne à forte, avec des poils moyens, assez fins, disposés en bouquets étoilés fins. Face inférieure : pilosité moyenne par poils courts en bouquets étoilés, plus dense au niveau du limbe, quelques poils longs, simples parfois sur le limbe à la face inférieure.

Couleur : en général, d'un jaune assez accusé à opposer à la couleur blanc nacré du *C. sativa*.

Dents : pronlongements des nervures secondaires, en forme de fins mucrons plantés sur le bord du limbe. Assez accusées surtout chez les feuilles adultes. Ne sont pas pileuses.

Stipules : longues, aiguës, base étroite. Tombent de bonne heure, laissant après la chute une trace horizontale très visible sur le rameau de part et d'autre sur le bourgeon.

Bogues. — Dimensions variables selon les types de châtaigniers. La plus grande largeur va de 4-5 cm dans les types à petits fruits (Shiba) et atteint 15-20 cms dans les types à gros fruits (Tamba). Elles sont, en général, de forme ovoïde. Elles sont rattachées au rameau fructifère par un pédoncule large, pileux de 1 à 2 cm de long et sont situées dans la partie médiane à subterminale des rameaux.

L'intérieur porte des cicatrices d'insertion des châtaignes. La paroi interne est couverte d'une pilosité dense, feutrée de poils courts et blancs, sauf aux emplacements des cicatrices. La paroi externe porte une pilosité assez forte à poils courts et des aiguillons. Ceux-ci sont formés par un tronc épais de longueur variable, ramifié en deux ou trois branches secondaires. Les ramifications en aiguille sont très dures, longues et acérées, glabres, à section circulaire. A maturité, les bogues s'ouvrent plus ou moins en 4 valves. Les lignes de déhiscence sont peu visibles quand la bogue est fermée ; elles se distinguent néanmoins par deux rangées de bractées allongées et pileuses, partant du pédoncule et remontant vers le point de sortie des fleurs femelles, recourbées vers le bas, laissant entre elles une plage sans aiguillon.

Châtaignes. — Forme variable. Vue de face, peut aller de la forme gousse d'ail (type Shiba) à la forme elliptique et même ronde (type Aw 5). En section transversale, selon la place dans la bogue et le nombre de châtaignes y incluses, peut présenter une ou deux surfaces plus ou moins planes ou une ou deux faces convexes. L'enveloppe est de couleur variable, pouvant aller du

brun clair (Shiba) au noir violacé (type Tamba). Certains types sont même de couleur cire d'abeille. Cette enveloppe peut présenter des lignes côteleuses d'une teinte plus foncée que l'ensemble. La torche est couverte d'une pilosité de couleur isabelle ou blanche, laineuse, dont l'extension sur l'enveloppe est faible.

La cicatrice occupe toute la partie inférieure de la châtaigne et remonte jusqu'à la partie la plus large de celle-ci. La surface est rugueuse. On y distingue

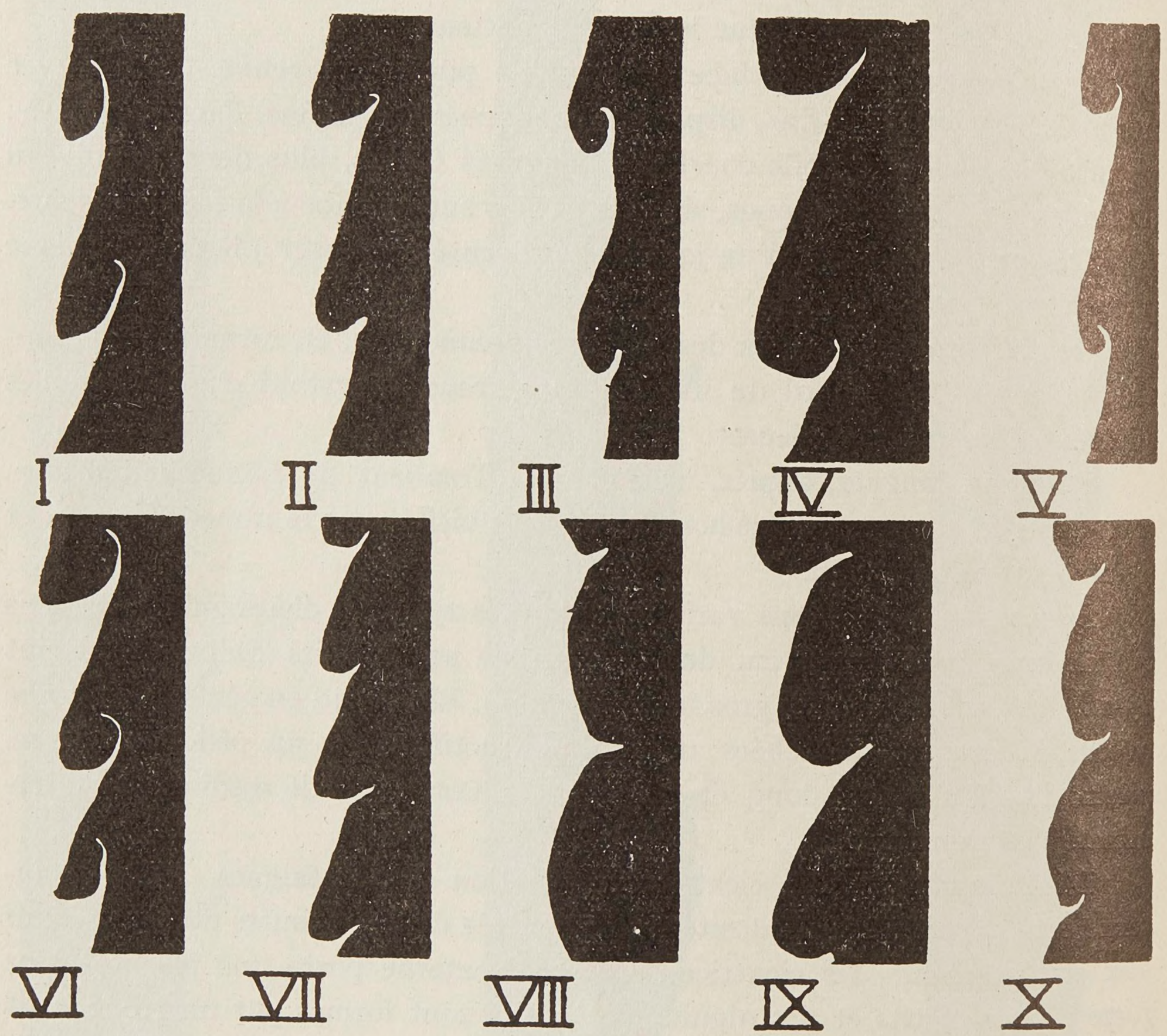


FIG. 10. — Variations de la denticulation des feuilles de *C. sativa* :
Bourrue de Juillac (I), Egletons (II), Sauvage des Cars (III), Peyrejonte (IV), Gimel (V), Prades d'Ardèche (VI), Bouscasse de Lozère (VII), Alesari (VIII), Courfile (IX), Morosaglia (X).

également une sorte d'étoile moins marquée que chez le *C. sativa* et toujours sans ponctuations noires. A l'intérieur de celle-ci, les rugosités (grains miliaires) sont de petites dimensions ; à l'extérieur, elles sont plus grosses. Généralement, elles n'atteignent pas la ligne de contact qui présente une plage lisse. Cette ligne de contact est ondulée, sinueuse-ondulée, non bordée de poils. La grosseur des fruits est très variable. Le nombre de châtaignes au kg varie de 25-30 chez les types Tamba à 200-300 chez les types Shiba. Crue, la chair a une saveur fade et astringente.

Castanea mollissima (BLUME) : **Châtaignier de Chine.**

Rameaux. — Bois grêle, flexueux mais très cassant. Couleur beige à chamois, notamment les rejets et le bois jeune, avec aspect gris sale dû à la forte pilosité du bois. *Rameaux très pileux* avec des poils longs, grêles, à base fine, et des poils courts soit simples soit en bouquets étoilés. Les poils sont souvent

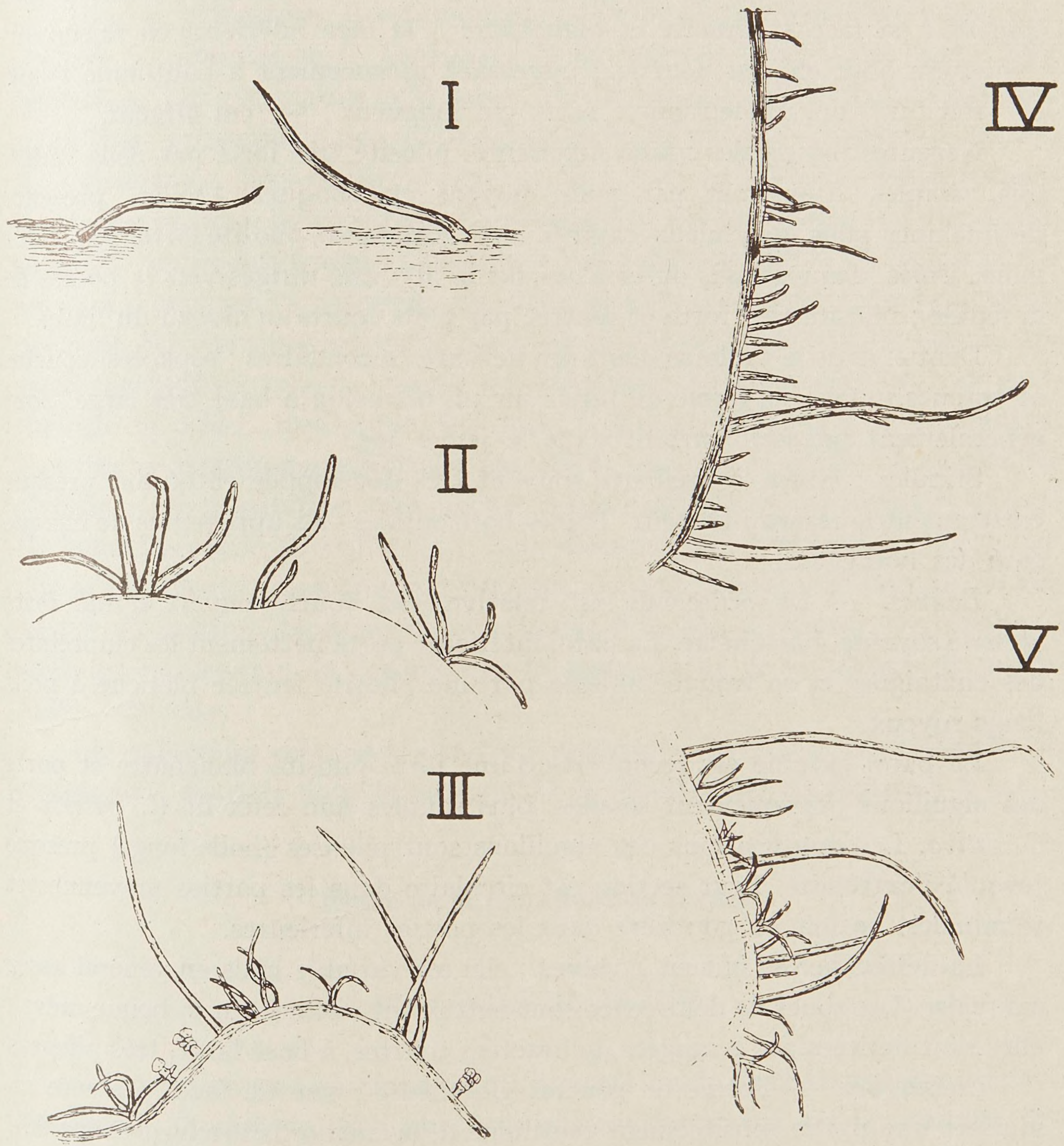


FIG. 11. — Pilosité de la face supérieure de la nervure principale de *C. sativa* (I), *C. crenata* (II) et *C. mollissima* (III). Pilosité du rameau de *C. sativa*, Bouscasse de Lozère (IV) et *C. mollissima* (V).

perpendiculaires à l'axe du rameau ou légèrement inclinés et remontants. Rameaux à section ronde ou très légèrement côtelée aux extrémités, les côtelures marquant à peine chez les jeunes sujets. La moelle affecte la forme d'un X à branches inégales ; les 2 branches les plus longues correspondant aux génératrices sur lesquelles sont placés les bourgeons. Épiderme à lenticelles nombreuses de même couleur que l'épiderme donnant au rameau un aspect verruqueux.

Bourgeons : volumineux, globuleux. Pilosité forte et feutrée par poils courts, enchevêtrés. Insérés sur le rameau en disposition alterne. Base d'insertion très forte et épaisse, faisant très fortement saillie sur le rameau porteur.

Feuilles. — Moyennes à grandes, elliptiques, larges. Limbe plat et épais donnant la sensation de parchemin, rougeâtre quand elles sont jeunes. Base : ronde-ovale, symétrique à légèrement récurrente. Couleur vert jaune à vert épinard à la face supérieure et blanchâtre à la face inférieure en raison du tomentum dont elle est pourvue, jaunissant précocement à l'automne avant de virer au brun. Dimensions : 14-20 cm longueur ; 5-7 cm largeur.

Nervures principales : face supérieure, pilosité très forte par poils longs, fins, simples, dressés et par poils moyens en bouquets étoilés ; présence de quelques poils glanduleux capités. Face inférieure, pilosité forte, par poils longs, isolés, demi dressés ou couchés sur la nervure, dirigés vers la pointe de la feuille ; pilosité très forte et feutrée par poils courts au niveau du limbe.

Dents : dans le prolongement des nervures secondaires ; espacées, courtes et trapues, posées en forme de téton sur un mamelon à base très large. Sont généralement pileuses, surtout dans le jeune âge.

Stipules : larges, à oreillette souvent très développée entourant presque entièrement le rameau porteur. Traces horizontales très apparentes de chaque côté des bourgeons.

Bogues. — Le pédoncule est relativement court, couvert d'une forte pilosité soyeuse, blanchâtre. La paroi intérieure porte nettement les empreintes des châtaignes et se trouve tapissée par une pilosité feutrée blanche à poils longs soyeux.

La paroi externe est recouverte d'une forte pilosité blanchâtre et porte des aiguillons pratiquement sessiles, plus souples que ceux de *C. crenata* et *C. sativa*. Les ramifications des aiguillons sont pileuses (poils longs) presque jusqu'à l'extrémité. Leur section est circulaire dans les parties moyennes et terminales, parfois en gouttière dans les parties inférieures.

La déhiscence se fait en 4 valves ; elle est variable mais en général assez mauvaise. Les zones de déhiscence sont nettement visibles sur la bogue mûre ; elles sont limitées par 2 rangées de bractées courtes, à base large, très pileuses

Châtaignes. — Forme en général globuleuse ; vue de face, présente au sommet une partie sensiblement rectiligne d'où émerge la torche (bec épaulé). En section transversale, elle affecte la forme d'une ellipse très aplatie aux deux bouts, ou d'un rectangle à coins arrondis. Peut présenter une ou deux faces plus ou moins aplaties suivant sa position dans la bogue. L'enveloppe est de couleur variable selon les types ; elle va du brun rouge au brun chocolat. Les côtelures sont peu courantes. La torche est couverte d'une pilosité forte, blanche ou isabelle qui s'étend sur l'ensemble de l'enveloppe.

La cicatrice n'occupe qu'une partie réduite de la base de la châtaigne. Elle affecte la forme d'une circonférence plus ou moins irrégulière, ou d'un rectangle à coins arrondis. Sa surface est rugueuse, à petits grains miliaires.

On y reconnaît également une partie au relief plus accusé, de couleur plus sombre, en forme d'étoile. La ligne de contact est sineueuse, ondulée, bordée de poils. La grosseur est variable. Crue, la chair a une saveur variable allant du sucré à l'astringent. En général, la châtaigne est de bonne qualité.

Châtaignier de Corée.

Dans la littérature, il est souvent question d'une prétendue espèce dénommée *C. coreensis* ou *C. koraiensis*. Il ne faut pas voir là une espèce bien déterminée. Les exmplaires qu'il nous a été permis d'examiner tant en Espagne qu'en Italie présentaient une combinaison de caractères spécifiques de *C. crenata* et *C. mollissima*. Ceci confirme que l'on se trouve en présence d'une population de descendance hybride entre *C. crenata* et *C. mollissima* et non d'une espèce autonome, chose facilement explicable si l'on considère que la Corée fait partie des aires d'expansions naturelles des deux espèces qui y sont cultivées concurremment. Sur certains individus observés en Espagne, on trouve, sur un appareil végétatif du type *C. crenata*, des châtaignes de bonne qualité et de morphologie du type *C. mollissima*. En Italie, à Mologno, dans une des premières plantations d'exotiques effectuées par PETRI en 1925, il existe, en excellentes conditions de végétation, des arbres présentant toutes les caractéristiques des individus observés cn Espagne. Leur descendance, soumise à la contamination artificielle de l'*Endothia*, par BIRAGHI, dans la pépinière de Fornoli, dépendant de la Station Expérimentale de Bagni di Lucca, a montré une résistance meilleure au chancre de l'écorce que la descendance de *C. crenata* de provenance française.

Les caractères distinctifs des trois espèces *C. sativa, C. mollissima* et *C. crenata* sont résumés dans le tableau III et illustrés par les figures 8 à 14.

Étude de la reproduction sexuée

BIOLOGIE FLORALE

La connaissance approfondie de la biologie florale du châtaignier a soulevé un certain nombre de problèmes qui influent fortement sur la conduite des opérations d'hybridations.

Morphologie des fleurs

Le châtaignier est un arbre monoïque dicline ; fleurs mâles et femelles se rencontrent sur le même pied, mais elles sont nettement séparées les unes des autres. Les mâles sont réunis en chatons unisexués ; les femelles sont portées par des chatons androgynes.

Fleurs mâles. — Elles sont disposées en chatons sur lesquels elles sont

TABLEAU III

Résumé des principaux caractères distinctifs des Espèces de Castanea (Les caractères de premier ordre sont indiqués en *italique*)

Caractères	*Castanea sativa*	*Castanea crenata*	*C. mollissima*
RAMEAUX			
Port des rejets.	Erigé.	Pleureur.	Pleureur.
Couleur.	Brun chocolat à brun rouge.	Brun jaune,	Beige à chamois.
Section.	Polygonale, 5 côtelures.	Circulaire.	Circulaire.
Pilosité.	Nulle, moyenne à poils courts chez les Bouscasses.	Nulle.	Très forte, poils longs simples, qq. poils en bouquets étoilés.
Bourgeons.	Gros, triangulaires.	Petits, côniques.	Globuleux, très pileux.
FEUILLES			
Forme.	Grande, ovale, lancéolée.	Moyenne, allongée, étroite.	Moyenne à grande, ovale, large.
Base du limbe.	Symétrique, récurrente.	Dissymétrique, ovale.	Symétrique, ronde, ovale.
Dents.	(Profondes, en dents de scie.	Fines, mucronées.	Courtes et mamelonnées.
Pilosité de la face supérieure de la nervure principale.	(Nulle à quelques poils longs isolés).	Moyenne à forte, poils courts en bouquets étoilées.	Très forte, poils longs isolés et poils en bouquets étoilés.
Stipules.	Courtes, larges, base étroite.	Allongées, étroites, basse étroite.	Grandes, base à oreillette souvent engainante.
BOGUES			
Position sur le rameau.	Subterminale à terminale.	Médiane à terminale.	Médiane à terminale.
Aiguillons de la cupule.	Demi-souples à raides.	Raides.	Demi-souples.
Pilosité des aiguillons de la cupule.	Poils longs, dispersés sur demi-longueur.	Glabres.	Poils courts, nombreux. sur toute la longueur.
CHATAIGNES			
Etendue de la cicatrice.	Petite.	Large, remontante.	Petite à moyenne.
Surface de la cicatrice.	Lisse avec ponctuations noires en étoiles.	Rugueuse.	Rugueuse.
Pilosité du pericarpe.	Glabre sauf à la pointe.	Glabre sauf à la pointe.	Pileuse sur l'ensemble.

groupées en glomérules disposés le long de l'axe du chaton selon une spirale senestrogyre. Les chatons prennent naissance sur le bois de l'année. Les rameaux porteurs se développent soit à partir de bourgeons situés à l'extrémité des rameaux d'un an, dans ce cas, ils naissent à l'aisselle d'une feuille et se trouvent placés en disposition distique ; soit à partir de bourgeons situés le long du bois d'un an, dans ce cas, ils forment des bouquets entourant le rameau porteur en disposition spiralée, lequel comprend aussi, dans la majorité des cas, des chatons androgynes. La disposition des chatons mâles sur le rameau est variable selon les espèces. Chez les *C. crenata* et *C. mollissima,* ils occupent la partie inférieure à médiane du rameau, tandis que chez les *C. sativa* ils occupent la partie médiane à subterminale.

L'axe ou rachis du chaton est fortement pileux avec des poils courts, feutrés, blancs au début de son développement. Il est doté également d'une forte pilosité glanduleuse. Cette pilosité s'atténue fortement avant la floraison chez les *C. sativa* et *C. crenata,* mais demeure toujours forte chez les *C. mollissima.* De couleur vert jaune pendant leur développement végétatif, les chatons virent au jaune au début de la floraison, puis au brun avant leur chute. Celle-ci laisse sur le rameau une petite cicatrice ronde au-dessus de la feuille, sous-jacente.

La longueur et le port des chatons varient selon les espèces et les types. La longueur est de 10 à 15 cm avec un port dressé ou semi-dressé comme chez certains *C. sativa* (Sauvage des Cars, Bourrue de Juillac) et issus de *C. crenata* (M. 2) ; elle atteint 25-40 cm, à port retombant dans la majorité des *C. sativa,* des *C. mollissima* (M. 75) et des issus de *C. crenata* (M. 1, M. 8, etc...). Ces chatons sont, en général, rectilignes et simples, sauf chez les *C. mollissima* où l'on rencontre de nombreux exemplaires flexueux et même ramifiés. Sur le chaton, les fleurs sont groupées en glomérules ronds, saillants sur l'axe dans les *C. crenata* et *C. sativa,* plus aplatis et allongés chez les *C. mollissima.*

Les glomérules (fig. 17) comprennent, de l'extérieur à l'intérieur, 7 pièces : 1° Une bractée inférieure scarieuse en forme de vasque qui, tout au début de son développement, se trouve appliquée contre le rachis recouvrant complètement le glomérule. Au fur et à mesure du développement de celui-ci, cette bractée s'incline vers l'extérieur et tend à prendre une position horizontale. Son extrémité forme un bec qui peut être peu accusé, c'est le cas général, ou au contraire accentué présentant 2 à 3 mm de long, donnant au chaton un aspect aristé ; c'est le cas des châtaigniers astaminés de *C. sativa* (Sauvage des Cars, Bourrue de Juillac). 2° Deux bractées antéro-latérales qui enserrent le glomérule dans sa partie inférieure et semi-latérale. 3° Deux bractées postéro-latérales qui l'enserrent dans sa partie supérieure et semi-latérale. Ces quatre bractées se recouvrent plus ou moins. Elles sont de forme arrondie, à base large, pileuses, très glanduleuses dans leur jeune âge. 4° A la partie inférieure la plus interne, deux petites bractées étroites, allongées, pointues, velues et glanduleuses.

Tout cet ensemble entoure les fleurs. Leur nombre varie de 5 à 7. Les glomérules du sommet n'en renferment souvent que 3. La disposition des fleurs donne aux glomérules la forme générale d'un pentagone, pointe en haut, allongé dans le cas de 7 fleurs, régulier pour 5 fleurs. La forme devient triangulaire dans les glomérules du sommet qui n'ont que 3 fleurs.

Ces fleurs subsessiles sont serrées les unes contre les autres. La pointe de l'inflorescence est occupée par une fleur plus grosse qui, d'ailleurs, est la première à s'épanouir. Les fleurs elles-mêmes comprennent un périanthe, de couleur jaune à la floraison, formé de 6 pièces plus ou moins velues, de 2-3 mm de hauteur, disposées en 2 verticilles. A l'intérieur du périanthe, on peut compter 8 à 12 étamines, en général 12, toutes surmontées d'une anthère. Cependant, chez certains types de *C. sativa*, on ne trouve pas d'étamines (type Sauvage des Cars, Bourrue de Juillac de Corrèze et Peyrejonte de Lozère). Dans ce cas, la partie centrale de la fleur est occupée par un bouquet de filaments soyeux, blanc nacré, aussi longs que les pièces du périanthe. D'où deux groupes principaux dans les châtaigniers : 1° Les astaminés à fleurs mâles sans étamines. 2° Les staminés à fleurs mâles avec étamines.

Les filets des étamines à l'état jeune sont recourbés dans la fleur fermée. Ils se déroulent au moment de la floraison et peuvent atteindre des longueurs variables selon les variétés et les types ; ils peuvent être droits ou flexueux. De même couleur que le périanthe à l'état jeune, c'est-à-dire vert jaune, ils virent au jaune à pleine floraison puis au brun au moment de la chute des chatons. La longueur des filets permet de reconnaître 3 classes dans le groupe des staminés.

1° Étamines à filets de 5 à 7 mm de long, portant les anthères largement hors du périanthe. C'est le cas le plus fréquent chez les issus de *C. crenata* (M. 1, M. 8, M. 49, etc...), chez les *C. mollissima* (M. 75) et bon nombre de *C. sativa* (types Egletons, Gimel de la Corrèze, Bouscasses de la Lozère, Marron Vincent de l'Ardèche). Ce sont les longistaminés (fig. 15).

2° Étamines à filets de 3 à 5 mm de long, portant les anthères peu hors du périanthe. Le cas a été observé chez un issu de *C. crenata* (M. 2) et quelques *C. sativa*. Ce sont les mésostaminés.

3° Étamines à filets de 1 à 3 mm de long et dont les anthères ne dépassent pas le périanthe : type Figarette de Lozère, Bouche Rouge d'Ardèche (*C. sativa*). Ce sont les brachystaminés.

Les anthères sont dorsifixes. De forme globuleuse, elles comprennent deux sacs polliniques formés chacun de deux loges de dimensions différentes. L'un ventral, petit, est fixé sur un dorsal de dimensions légèrement plus grandes. La suture se fait sur les bords extérieurs et c'est selon cette ligne que se fait la déhiscence. De couleur vert jaune à l'état jeune, elles virent au jaune puis au brun après l'émission du pollen. Ouvertes, elles présentent la forme générale d'une croix de saint André.

Le pollen est de forme ovoïde, plus ou moins allongée, présentant 3 sillons

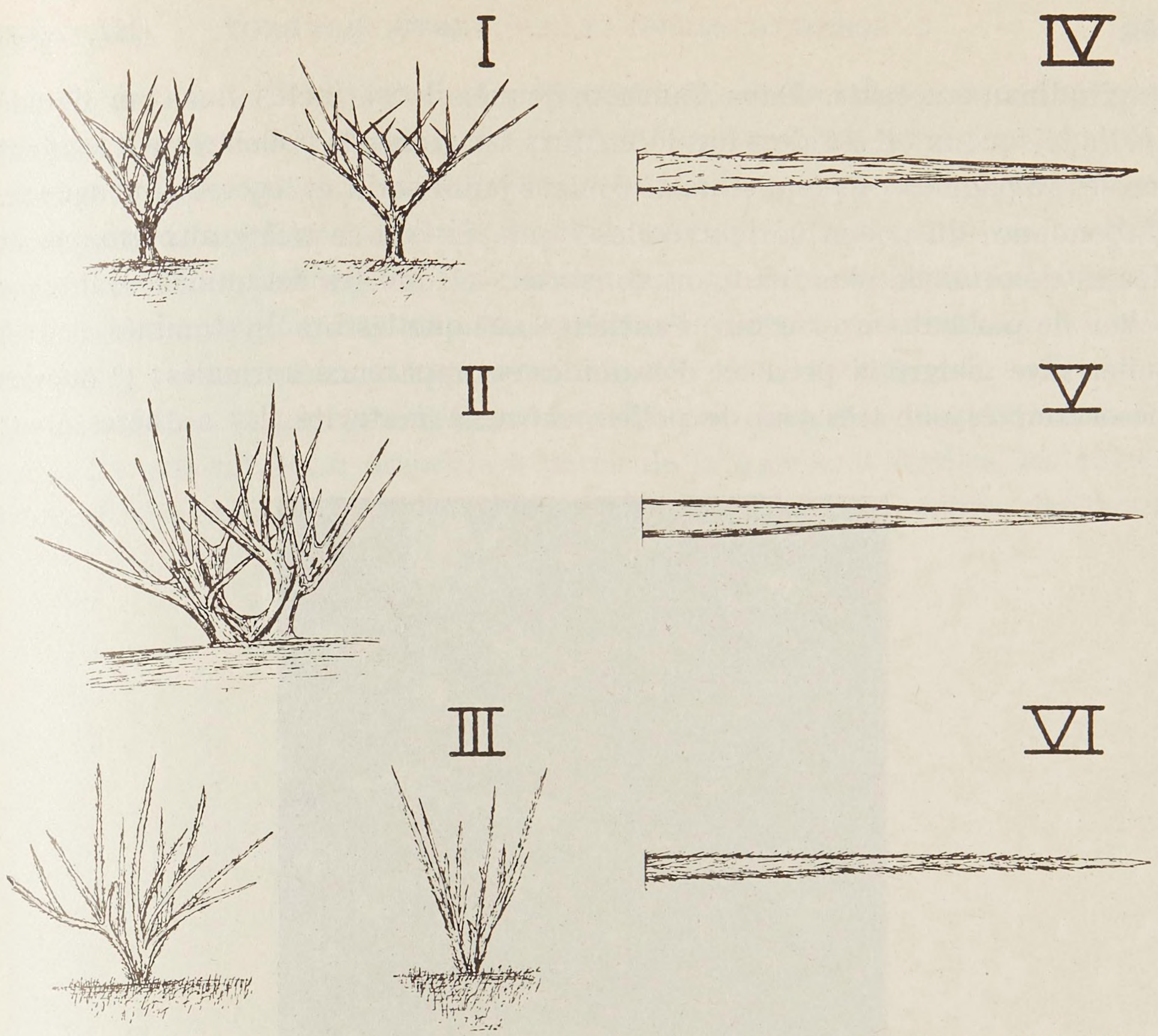


FIG. 12. — Aiguillons de la cupule de *C. sativa* (I), de *C. crenata* (II) et de *C. mollissima* (III). Pilosité des aiguillons de la cupule de *C. sativa* (IV), de *C. crenata* (V) et de *C. mollissima* (VI).

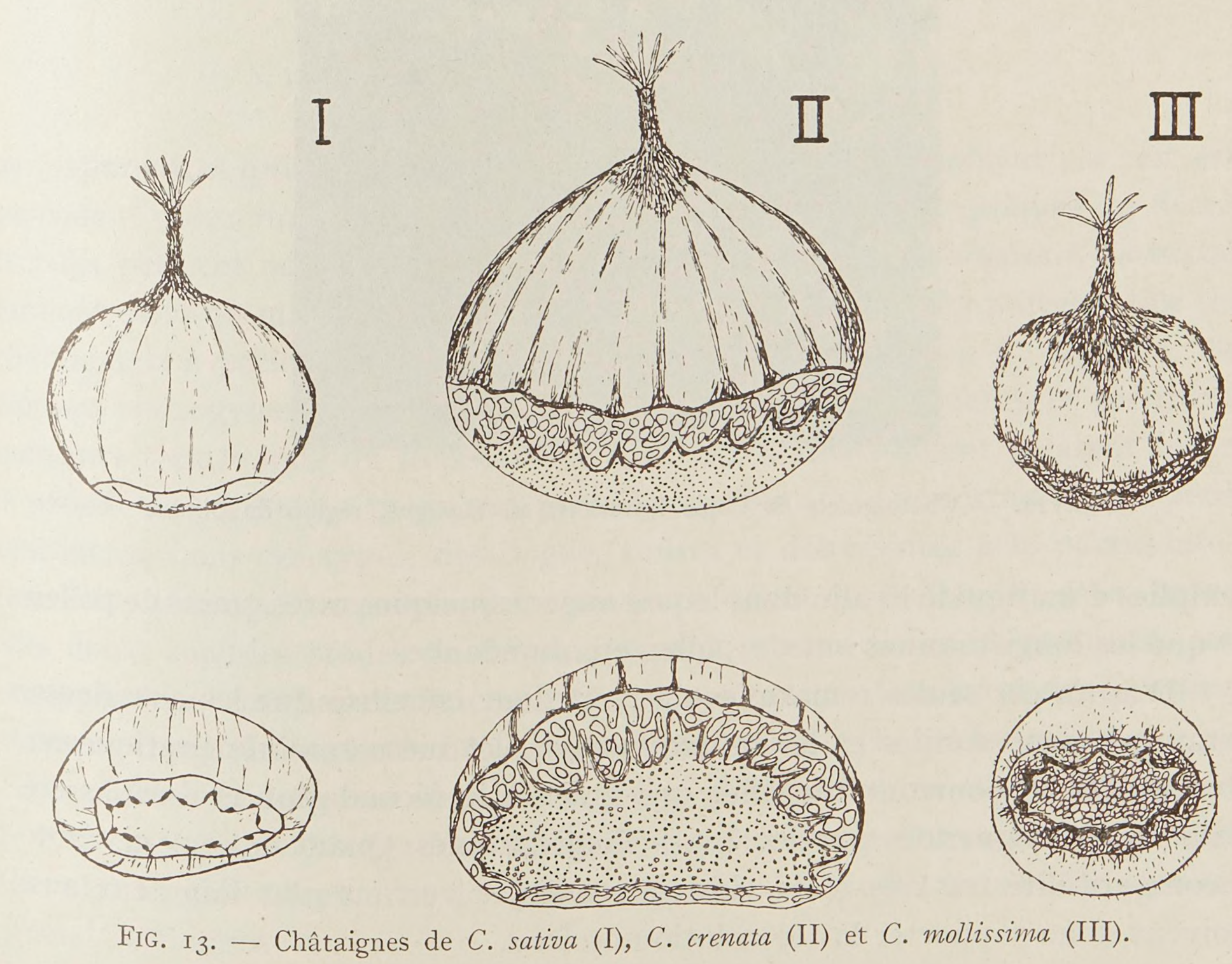


FIG. 13. — Châtaignes de *C. sativa* (I), *C. crenata* (II) et *C. mollissima* (III).

longitudinaux accusés. Dans l'anthère jeune, il est inclus dans un liquide hyalin, visqueux ; il est alors incolore. Mûrs, les grains de pollen restent souvent accolés en paquets ; ils sont alors de couleur jaune serin et légèrement rugueux. L'abondance du pollen varie avec les types. Si l'on se réfère aux groupes et classes déterminés plus haut, on constate : 1° que les astaminés sont sans pollen de par l'absence même d'anthères ; 2° que les brachystaminés sont à pollen rare malgré la présence d'étamines en apparence normales ; 3° que les mésostaminés ont très peu de pollen, même à maturité, les anthères étant

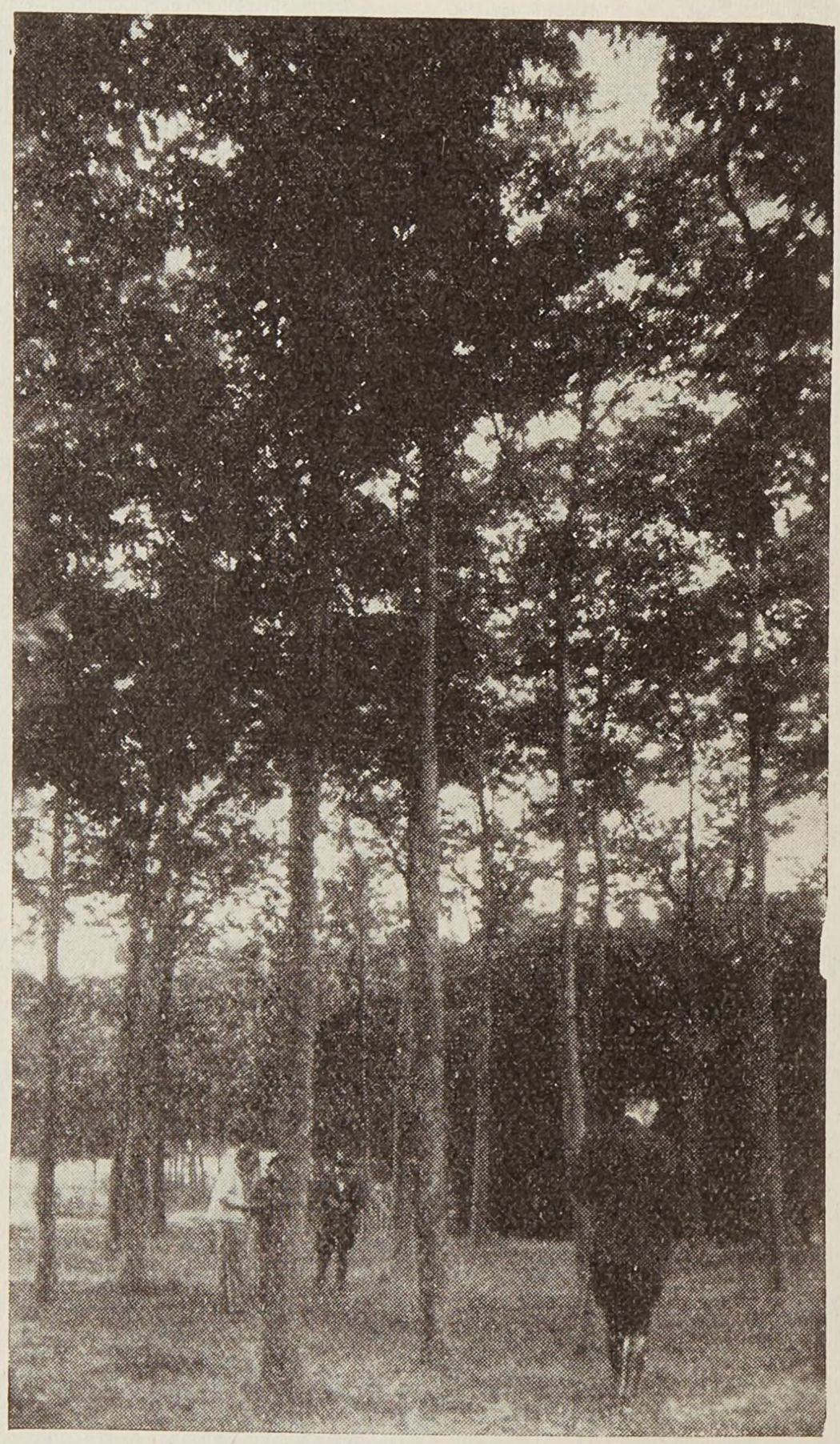


FIG. 14. — Châtaigniers de Corée introduits en Espagne, région de Bilbao.

remplies d'un liquide hyalin dans lequel nagent quelques rares grains de pollen ; 4° que les longistaminés ont du pollen en abondance.

D'après ces seules remarques on peut donc conclure que les châtaigniers astaminés sont stériles et les brachystaminés et mésostaminés pratiquement stériles. Ils ne pourront fructifier que grâce à la fécondation croisée, assurée dans les châtaigneraies par des types longistaminés. Quant à ceux-ci, l'auto-incompatibilité est très forte ainsi que nous le verrons plus loin ; eux aussi doivent donc supporter la fécondation croisée.

Fleurs femelles. — Les fleurs femelles sont réunies en inflorescence disposées à la base des chatons androgynes qui portent dans leur partie supérieure des glomérules de fleurs mâles. Ces chatons sont pileux dans leur jeune âge. Leur base, partie portant les groupes de fleurs femelles, est trapue, large ; la partie portant les fleurs mâles est plutôt grêle. Les chatons androgynes occupent sur les rameaux de l'année une position variable selon les espèces, région subterminale à terminale chez les *C. sativa* ; médiane à subterminale chez les *C. crenata* et *C. mollissima*.

Le nombre de groupes de fleurs femelles par chaton androgyne, varie de 1 à 5. En général, les 2 premiers à partir de la base sont fertiles, les autres avortent. Il a été observé, sur des chatons androgynes de *C. sativa*, des fleurs

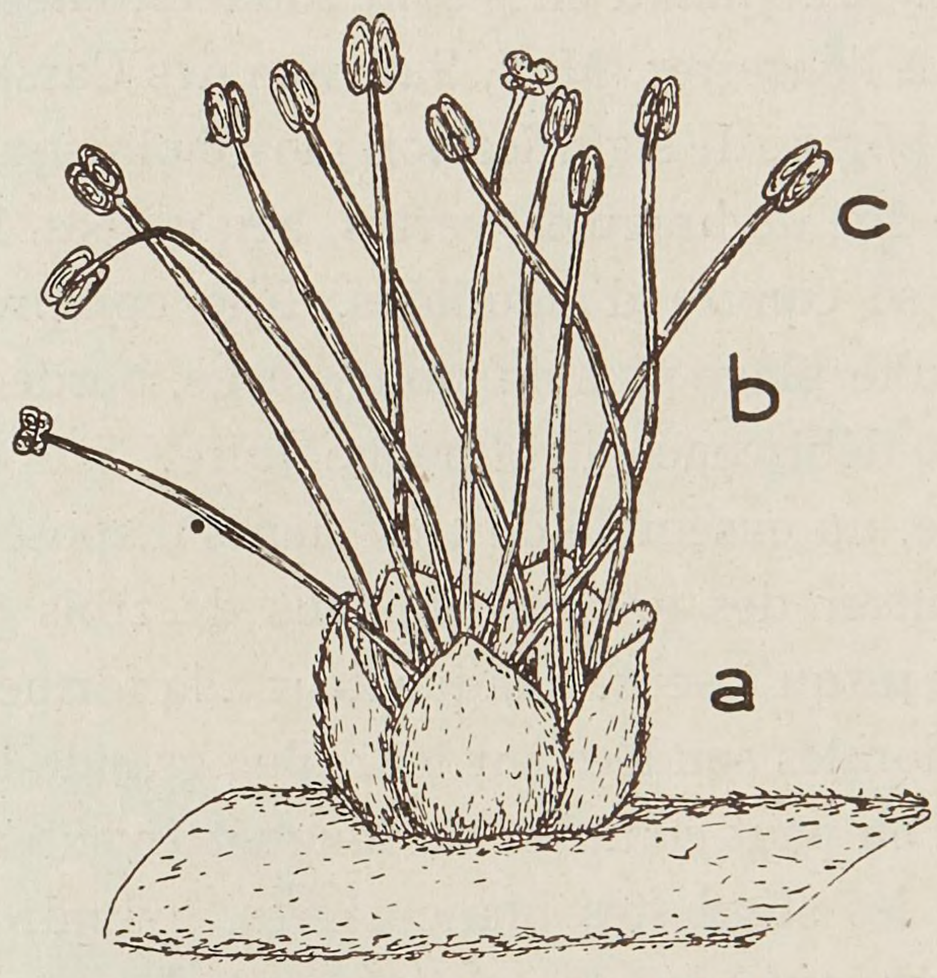


FIG. 15. — Fleur mâle longistaminée épanouie :
a, pièces du périanthe ; *b*, filet d'étamine ; *c*, anthères.

hermaphrodites qui se dessèchent très tôt et tombent rapidement ; le fait est cependant assez rare. Chez certains types de *C. sativa*, les groupes de fleurs femelles peuvent occuper toute la longueur du chaton ; les bogues à maturité forment alors un manchon entourant complètement le chaton porteur, tels les châtaigniers à petits fruits rencontrés dans les taillis. Chez le *C. seguinii*, les chatons androgynes portent chacun un groupe de fleurs femelles et prennent naissance tout le long du rameau fructifère. Ils se développent pendant toute la période de végétation jusqu'aux premières gelées (11) ; de sorte que l'on peut rencontrer, dans ces types, des bogues mûres et déhiscentes à la partie inférieure du rameau et en pointe, des chatons en début de croissance, avec, entre elles deux, tous les stades de développement intermédiaire. A maturité, ces bogues forment un chapelet le long du rameau, alors que dans le cas des *C. sativa* sauvages, mentionnés plus haut, les bogues entourent le chaton lui-même.

Les chatons androgynes sont moins longs que les chatons mâles. Courts, de 10 à 12 cms et dressés chez les astaminés, brachystaminés et mésostaminés, ils sont plus longs et atteignent de 15 à 20 cms chez les longistaminés. Ils sont en général rectilignes.

Chaque glomérule de fleurs femelles comprend de l'extérieur à l'intérieur (fig. 18).

1° A la base, une bractée large de couleur verte, légèrement velue chez les *C. crenata* et *C. sativa*, très fortement velue chez les *C. mollissima* et sur les côtés, deux bractées latérales qui peuvent se souder ou non sur les faces ventrales et dorsales. Ces trois pièces, au début du développement du glomérule, le recouvrent complètement. Quand il grossit, la bractée inférieure bascule et prend une position horizontale ; elle ne tarde d'ailleurs pas à se dessécher et à tomber. Les deux pièces latérales s'ouvrent ; si elles ne sont pas soudées, elles s'étalent largement et forment comme des ailes de chaque côté du glomérule (M. 2, M. 8, M. 44, p. 14). Quand elles sont soudées, elles se déchirent plus ou moins et continuent à l'enserrer (M. I, Sauvage des Cars).

2° La cupule ou bogue, de signification morphologique discutée, est recouverte dans son jeune âge de bractées vertes, acuminées, légèrement pileuses ; ultérieurement, elle se couvre d'aiguillons. Elle comprend quatre secteurs, chacun délimité par une plage plus ou moins large, bordée de petites bractées où se formera la ligne déhiscence de la bogue mûre.

3° Enfin, au centre, un ensemble de trois fleurs disposées en ligne ; à l'occasion, on peut rencontrer des groupes de plus de trois fleurs, certains types (P. 14) en présentent jusqu'à sept. Chaque fleur a la forme d'un vase à long col, formé de six pièces florales soudées sur leur plus grande longueur sauf dans la partie terminale où l'on peut compter six languettes sub-acuminées. Entre ces languettes émergent les stigmates blanc-nacrés, cylindro-côniques et glabres sur toute leur longueur sauf à la base où l'on peut observer quelques longs poils. Le nombre des stigmates est variable et va de 6 à 10 (fig. 16). L'ovaire est infère, cloisonné radialement en compartiments dont le nombre est égal à celui des stigmates. Ces cloisons sont incomplètes vers le haut. Chaque loge renferme deux ovules. Par fleur, un ou plusieurs ovules peuvent être fécondés ; dans ce cas, le fruit, la châtaigne renferme plusieurs graines ; quand un seul ovule est fécondé, le fruit ne possède qu'une graine et est dépourvu de cloison interne : on lui donne le nom de marron.

La partie mâle des chatons androgynes ne présente aucune différence avec un chaton uniquement à fleurs mâles. Cependant, après la floraison, la partie mâle demeure, dans bien des types, au-dessus de la bogue comme chez les *C. sativa* astaminés ainsi que chez les *C. Seguinii*. Pour les *C. crenata*, les *C. mollissima* et les autres *C. sativa*, elle tombe après la floraison des fleurs mâles. Les figures 17 et 18 présentent les diagrammes floraux mâles et femelles.

Phénologie des fleurs

Les chatons mâles sont les premiers à apparaître ; dans les types précoces exotiques, ils sont visibles dès fin avril — début mai, selon les années ; pour les semi-précoces, vers le milieu de mai et pour les tardifs, fin mai — début juin.

Leur développement se poursuit ensuite jusqu'à la floraison qui a lieu, pour les exotiques les plus précoces , dès la fin mai et pour la majorité des types, dans la

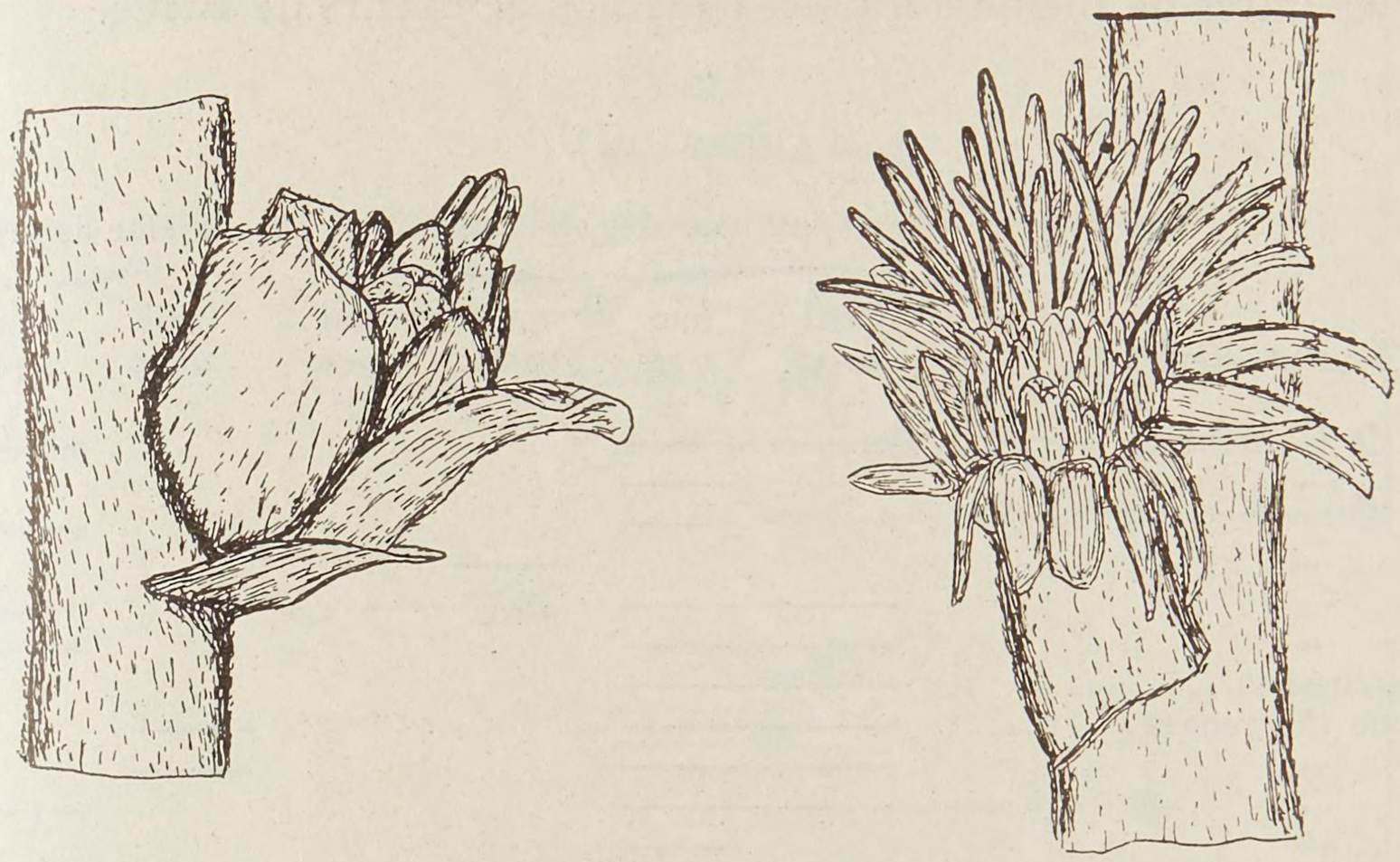


FIG. 16. — Glomérule de fleurs femelles.

A gauche, fleur femelle centrale avec stigmates en début d'épanouissement. A droite, fleurs femelles du glomérule avec tous leurs stigmates en plein épanouissement.

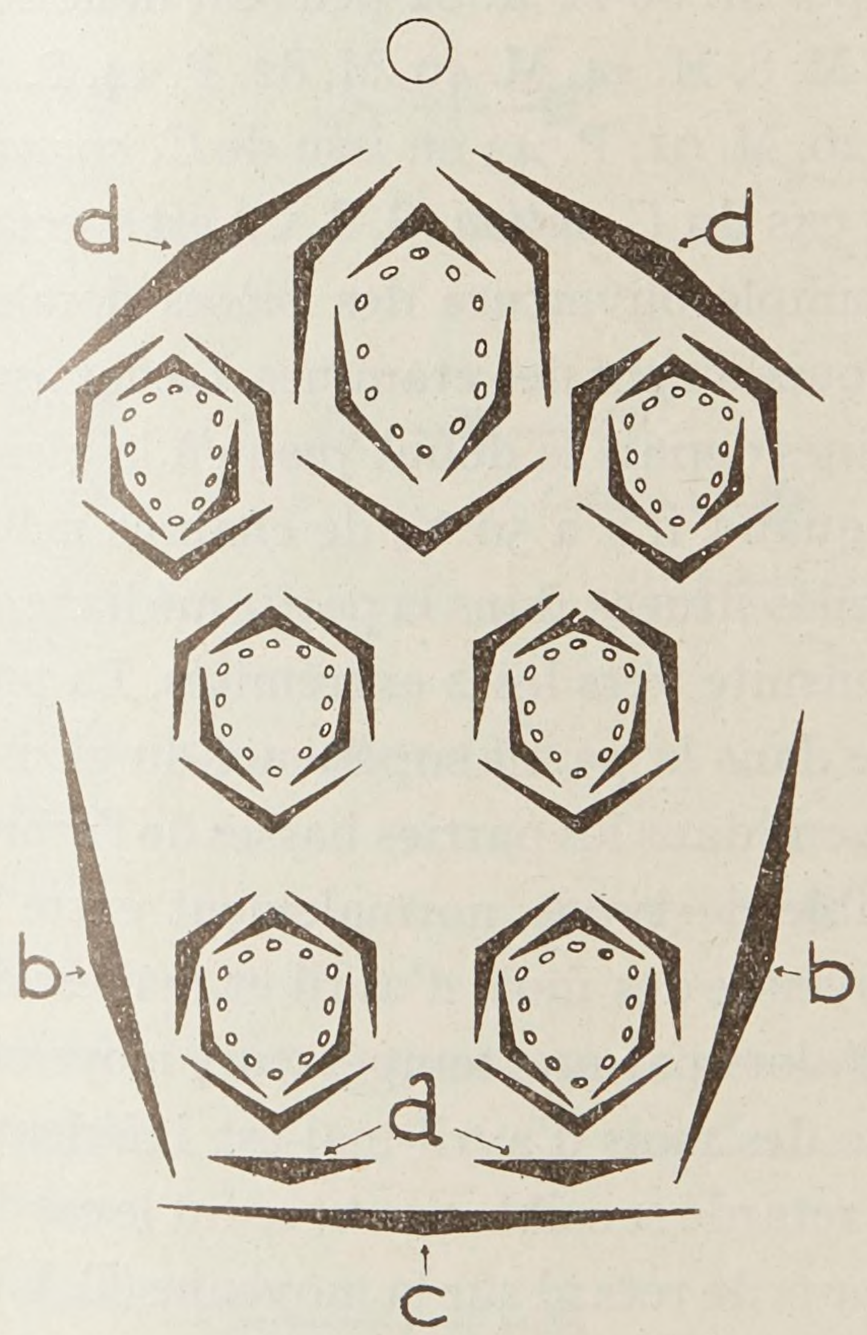


FIG. 17. — Diagramme d'un glomérule de fleurs mâles.

a, bractées intérieures ; *b*. bractées antéro-latérales ; *c*, bractée inférieure ; *d*, bractées postéro-latérales.

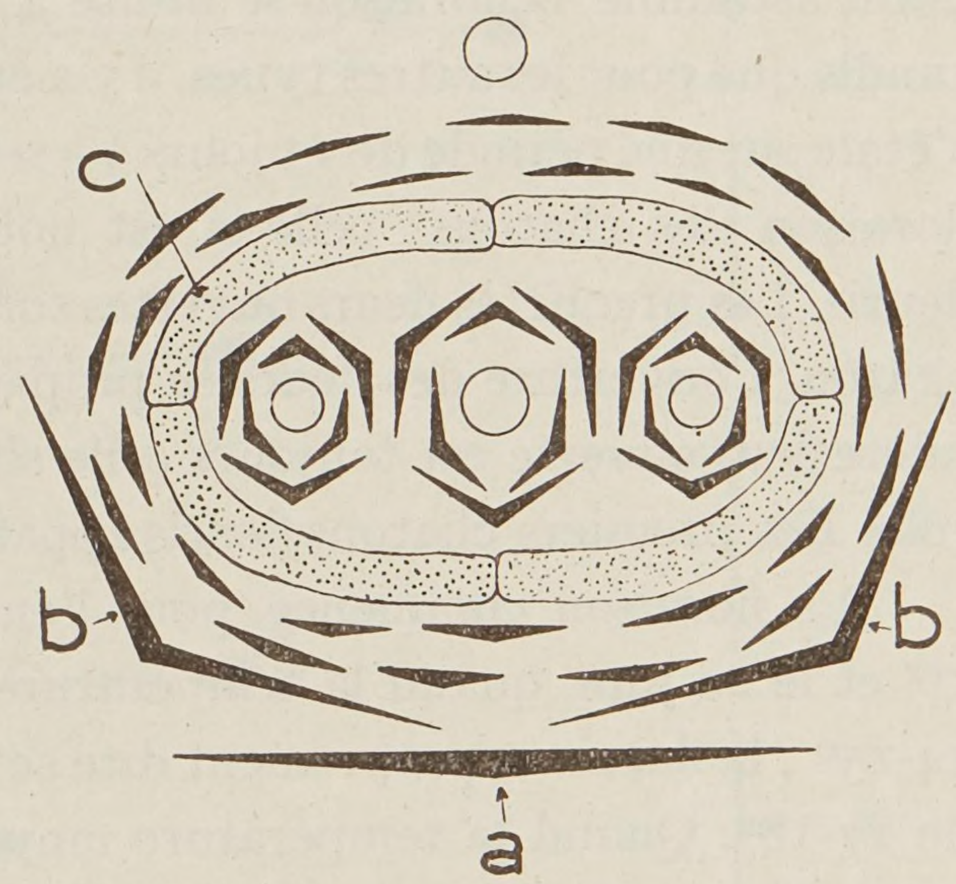


FIG. 18. — Diagramme d'un glomérule de fleurs femelles.

a, bractée inférieure ; *b*, bractées latérales ; *c*, bogue.

première quinzaine de juin. Pour les *C. sativa*, la floraison est plus tardive ; les plus précoces sont en pleine floraison dans la deuxième quinzaine de juin et les plus tardifs, au milieu de juillet. Le décalage de floraison entre les exotiques et

nos indigènes est donc de 15 jours à 1 mois. Le tableau IV résume les observations faites depuis 1948 à 1951 concernant les dates d'apparition des chatons mâles et les dates de pleine floraison pour nos géniteurs de Brive.

TABLEAU IV

Types et origines.	Apparition des châtons mâles. avril 20-30	mai 1-10	mai 10-20	mai 20-30	Pleine floraison mâle. mai 20-30	juin 1-10	juin 10-20
M. 1 issu de C. crenata	—	—	—	—	—	—	—
M. 2 —	—	—				—	—
M. 8 —		—					—
M. 26 —			—			—	—
M. 44 —	—	—				—	—
M. 49 —	—	—				—	
M. 75 C. mollissima	—	—					—
M. 80 issu de C. crenata	—	—			—		
M. 81 —	—	—			—		
M. 82 —	—	—				—	
M. 91 —		—					—
S. d. C. C. sativa		—					—
P. 14 issu de C. crenata	—	—				—	
P. 41 —		—	—			—	
P. 43 —		—	—				—

Au point de vue de la floraison, les types M. 80 et M. 81 peuvent donc être considérés comme précoces, les types M. 1, M. 8, M. 44, M. 49, M. 82, P. 14, P. 41 comme semi-précoces et les types M. 2, M. 26, M. 91, P. 43 en issu de *C. crenata*, M. 75 en *C. mollissima* comme tardifs. Le cas du *C. sativa* (S. d. C.) est spécial; étant astaminé, la floraison se limite à la simple ouverture des pièces florales, tandis que pour les autres types, il y a épanouissement des étamines. La floraison s'étale sur une période de 15 jours à 3 semaines depuis le début jusqu'à la pleine floraison des chatons; celle-ci est notée quand il y a 50 % de chatons mâles fleuris. Les premières fleurs ouvertes sont celles situées dans la partie médiane du chaton; l'ouverture des fleurs se propage ensuite vers les 2 extrémités. La première fleur ouverte est toujours celle située dans la partie supérieure du glomérule. Les premiers chatons fleuris apparaissent dans les parties basses de l'arbre.

La floraison commence, pour l'ensemble de types, normalement entre le 1er et le 20 juin, quand la température moyenne des mois d'avril et mai est de 14-15°; la floraison proprement dite se fait alors par une température moyenne de 17-18°. Quand la température moyenne des mois d'avril-mai est inférieure à 14°, l'épanouissement des fleurs mâles est retardé sensiblement; ce fut le cas de l'année 1951 où elle se fit avec près de 15 jours de retard sur la moyenne (T. V.).

TABLEAU V

Années.	Floraison mâle.	Température moyenne. avril-mai.	Température moyenne 1er au 20 juin.
1947	2 — 17/6	15° 50	18° 50
1948	8 — 17/6	13° 90	17° 50
1949	28/5 — 9/6	14°	17° 40
1950	9/6 — 20/6	14° 30	22° 20
1951	21/6 — 7/7	12°	17° 50

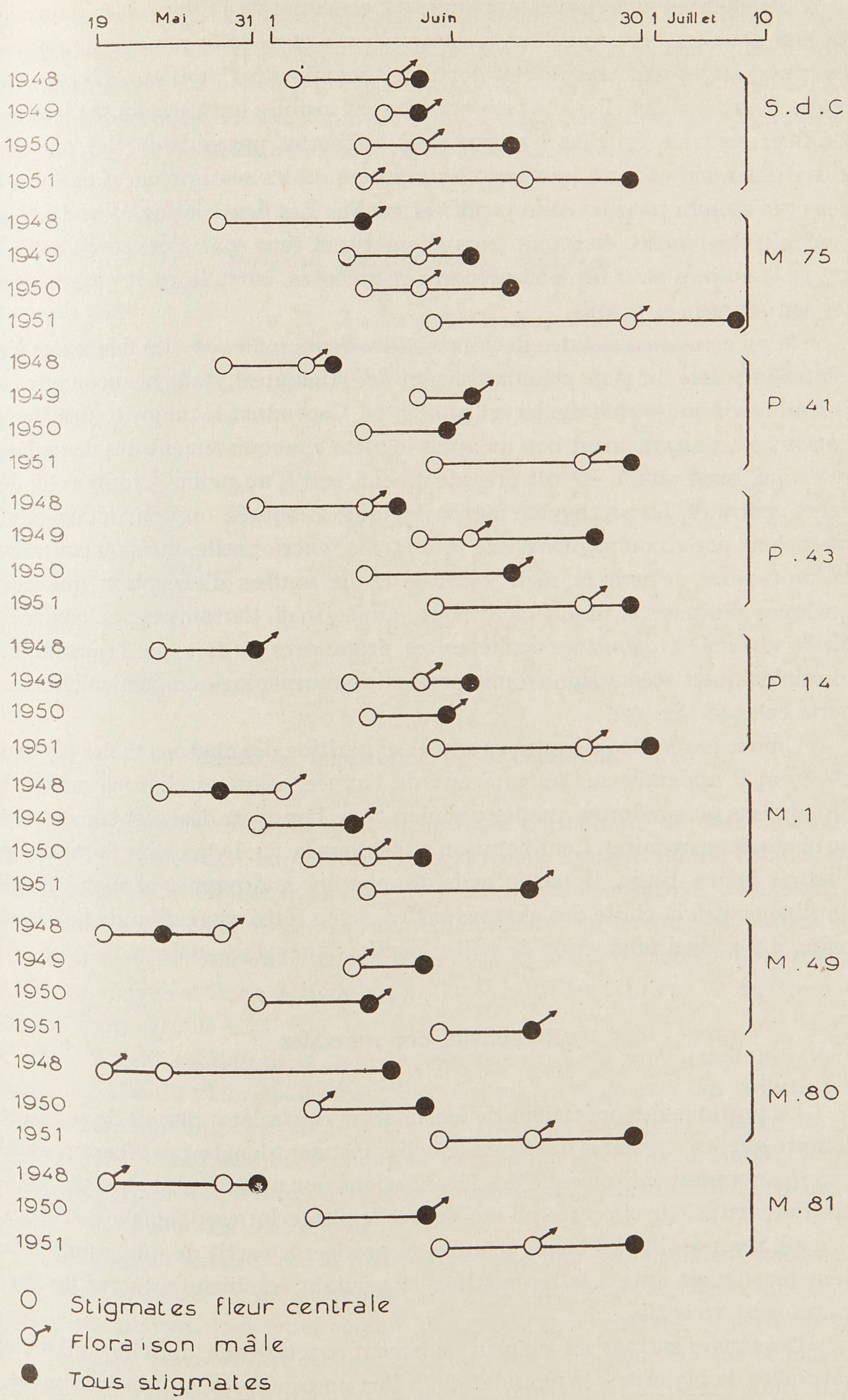


FIG. 19. — Floraison des géniteurs.

Les chatons androgynes apparaissent au cours de la deuxième quinzaine de mai pour les types précoces à semi-précoces et dans la première quinzaine de juin pour les plus tardifs, soit donc trois semaines à 1 mois après les chatons mâles. Les fleurs femelles situées à la base sont visibles quelques jours plus tard. La fleur centrale est plus avancée ; ses stigmates apparaissent les premiers entre le 20 mai et le 10 juin pour les précoces ou les semi-précoces et entre le 1er et le 20 juin pour les semi-tardifs et tardifs. Les fleurs latérales se développent ultérieurement, émettent leurs stigmates et tous sont alors sortis entre le 1er et le 20 juin pour les semi-précoces et précoces, entre le 10 et 30 juin pour les semi-tardifs et tardifs.

Si on compare les dates de floraison des fleurs mâles et des fleurs femelles centrales (stade du plein épanouissement des stigmates), dans beaucoup de cas il semblerait que le châtaignier est protogyne. Cependant la majorité des fécondations n'a pratiquement lieu qu'après le plein épanouissement des fleurs latérales qui, ainsi qu'il a été dit précédemment, suit d'au moins 5 jours celui des fleurs centrales. La protogynie morphologique, à laquelle on pourrait conclure, n'est donc pas accompagnée d'une protogynie fonctionnelle, mais au contraire, la protandrie devient la règle générale et ne souffre d'exception que pour quelques géniteurs et uniquement pour l'année 1948. Certains types, comme le M. 80 et le M. 81, sont particulièrement protandres du fait que la protandrie physiologique s'accompagne d'une protandrie morphologique particulièrement nette en 1948 (fig. 19).

Quinze jours à trois semaines après l'apparition des chatons mâles (15 mai-1er juin) il apparaît, sur les rameaux de l'année, d'autres chatons mâles, de dimensions plus réduites que les premiers, que l'on peut désigner sous le nom de chatons secondaires. Leur floraison a lieu vers la fin de la pleine floraison des chatons mâles. Enfin, la partie mâle des chatons androgynes se met à fleurir sensiblement à la chute des chatons mâles. Avec cette succession de floraisons mâle, il y a ainsi production de pollen pendant près d'un mois.

Réceptivité des stigmates

La pratique des opérations de fécondation contrôlée a permis de se rendre compte que les stigmates des fleurs femelles restaient longtemps réceptifs après leur épanouissement, puisque des fécondations ont pu être obtenues par pollinisation artificielle effectuée un mois après la pleine floraison femelle de l'arbre. Il n'est pas possible à l'heure actuelle de préciser à partir de quel moment la fleur femelle est apte à la fécondation et pendant combien de temps les stigmates sont réceptifs.

Des études entreprises, on peut seulement conclure que, dans les conditions naturelles, la majorité des fécondations a lieu un peu après le plein épanouissement des stigmates des fleurs latérales et se prolonge pendant environ trois

semaines. Des études spéciales sont nécessaires pour préciser les relations entre la phénologie et la physiologie des fleurs. Nous envisageons, dans ce but, d'effectuer, avec un pollen précoce et de bonne compatibilité avec la femelle, des fécondations artificielles depuis le début d'épanouissement des stigmates de la fleur centrale jusqu'à une date aussi tardive que possible.

TABLEAU VI

Durée de maturation des châtaignes

Nombre de jours de la poll. à la récolte.	Nombre de châtaignes récoltées par types :											
	M. I	M. 2	M. 8	M. 44	M. 49	M. 82	M. 91	P. 14	P. 41	P. 43	M. 26	S. d. C.
70- 75									10			
75- 80									22			
80- 85									5			
85- 90			46	1	40			145	101	239		
90- 95	4	10	204		2			22	13	18	30	
95-100	99	42	40	196	194	234	63	44	4	18	43	
100-105	131	63		26	10					2	3	114
105-110	20	103										9
110-115	48	41										32
115-120	2	11										
120-125	1											
Moyenne :	95 à 105	100 à 110	90 à 95	95 à 100	95 à 100	95 à 100	95 à 100	85 à 90	85 à 90	85 à 90	90 à 100	110 à 105

Durée de maturation de la châtaigne

Les opérations de pollinisation contrôlée permettent de déterminer le temps qui s'écoule entre la pollinisation et la récolte des châtaignes. Celle-ci est faite lorsque les fruits libérés des bogues tombent dans les sacs de toile protecteurs dans le cas d'arbres à très bonne déhiscence, ou lorsque les bogues se détachent d'elles-mêmes du rameau porteur dans le cas d'arbres à déhiscence faible ou mauvaise. Cette période est variable selon les types et va de 85-90 à 105-110 jours (tabl. VI).

Si l'on tient compte de la date de débourrement et, comme date intermédiaire, de celle du plein épanouissement de tous les stigmates des trois fleurs femelles formant le glomérule — date que l'on doit considérer comme étant celle à partir de laquelle la fécondation est possible — on peut établir, pour chacun des types, la durée approximative totale de son cycle évolutif du débourrement à la récolte des châtaignes.

La figure 20 montre que la précocité à la récolte est nettement indépendante de la précocité au débourrement ; elle est fonction de la vitesse du développement du fruit. Des types comme P. 41, P. 43, débourrant 13 jours après M. 1 et M. 44, peuvent être récoltés sensiblement à la même époque et même légèrement avant grâce à un développement plus rapide de leurs fruits. La connaissance de la longueur du cycle « débourrement — récolte » est des plus

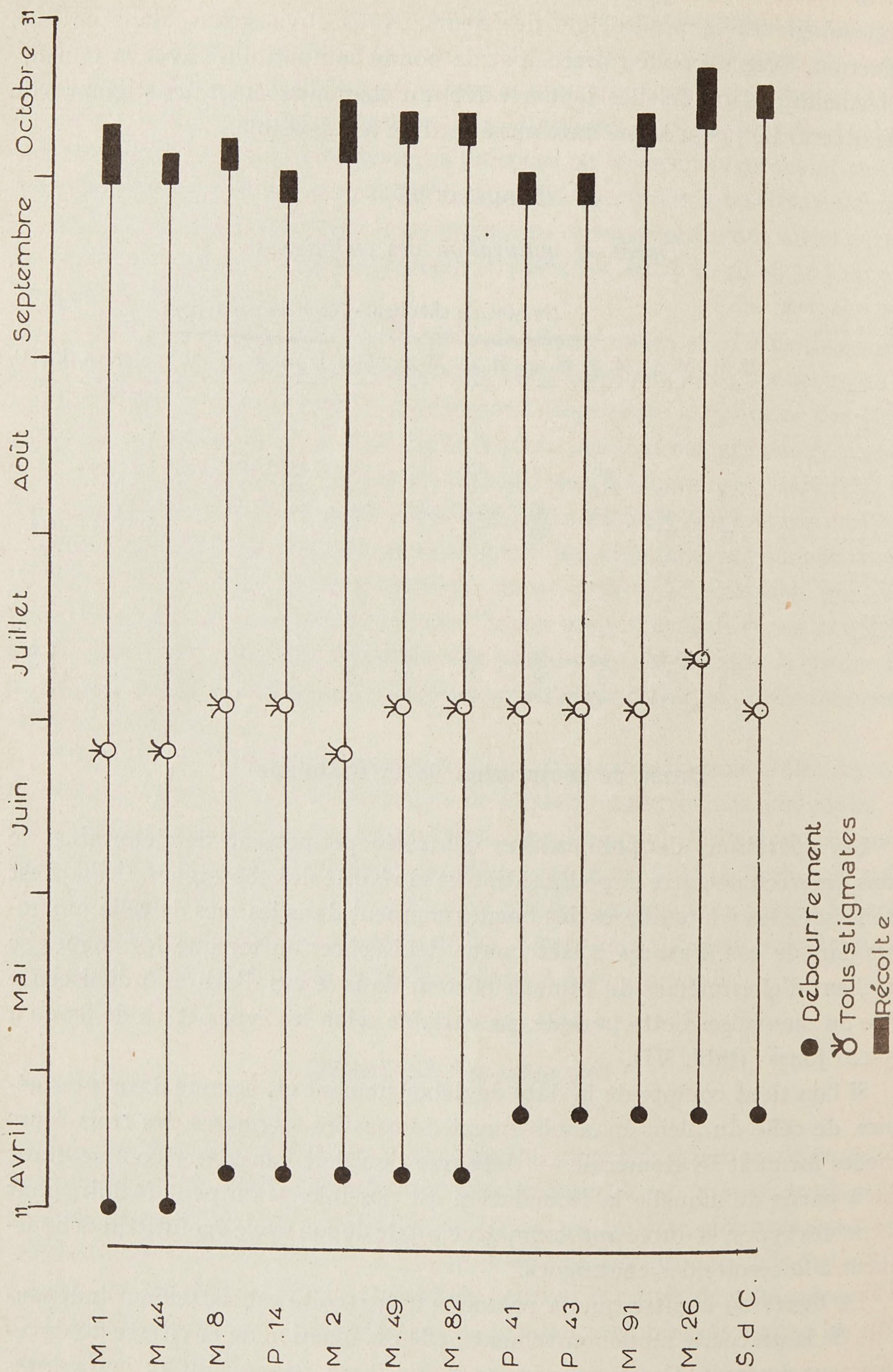


FIG. 20. — Durée débourrement-récolte.

intéressantes. Elle permettra, en effet, d'une part de déterminer les types qui sont les mieux adaptés aux conditions climatiques de la région où ils sont appelés à être cultivés et d'autre part, de fournir aux intéressés des types à précocité de récolte échelonnée, qualité à considérer au point de vue écoulement des fruits sur le marché.

Les types de 150-155 jours (P. 41 et P. 43), à cycle de maturité relativement court et à débourrement tardif, sont des arbres capables de mener à maturité leurs fruits sous des climats à gelées de printemps tardives et à gelées d'automne précoces, donc dans des régions relativement élevées en altitude. Les types de 165-175 jours (M. 26, M. 2, M. 49, M. 82, S. d. C.), de débourrement tardif ou semi-tardif et de débourrement précoce (M. 1 et M. 44), conviendraient à des régions à climats plus tempérés où les gelées tardives ou précoces ne sont pas à craindre malgré leur cycle de maturité relativement long. Les types 155-165 jours (M. 91, M. 8, P. 14), à débourrement tardif ou semi-tardif et à cycle de maturité moyen, pourraient convenir aux régions intermédiaires.

Pollen et pollinisation

La quantité de pollen produit par les chatons mâles est variable selon les types. Dans les formes longistaminées, elle est abondante ; dans les formes brachystaminées et mésostaminées, le pollen est rare et on ne trouve dans les anthères même mûres que quelques rares grains de pollen inclus dans un liquide hyalin dont il est difficile de les séparer. Dans les formes astaminées, il est absent en raison même de la constitution morphologique des fleurs mâles dépourvues d'étamines.

Le grain de pollen vu à l'état frais est de forme ovoïde à sphérique, de couleur jaunâtre, semi-opaque. On y distingue trois pores germinatifs, une exine lisse ou légèrement granuleuse et trois sillons longitudinaux accusés, passant par les pores germinatifs. Examinée à l'état sec ou après conservation, la forme du grain de pollen change quelque peu ; d'ovoïde arrondi, il devient allongé et les sillons sont moins marqués (fig. 21 et tabl. VII).

Le châtaignier est à fécondation entomophile. La présence de nombreux insectes sur les chatons mâles en fleur, l'odeur aminoïde caractéristique qu'ils dégagent à la pleine floraison, la viscosité des grains de pollen à la déhiscence des anthères, les stigmates rigides et lisses des fleurs femelles sont autant de facteurs qui semblent en faveur d'une pollinisation entomophile. Certains auteurs Meurel et Rippa (cité par Camus) (5) regardent les fleurs de châtaigniers comme mellifères. Kirchner (cité par Camus) (5), de son côté, classe le châtaignier dans les « fleurs à pollen ». Les miels produits à proximité de châtaigneraies renferment de nombreux grains de pollen, il n'est pas douteux que les insectes, en butinant les fleurs mâles, se chargent de grains de pollen qu'ils peuvent abandonner sur les stigmates au cours de leurs pérégrinations ulté-

Tableau VII

Dimensions de grains de pollen (en microns) (Moyennes)

Types.	*Origine.*	*Longueur.*	*Largeur.*
M. 1	Issu de *C. crenata*	13,6	10,2
M. 2	—	12	10
M. 8	—	13,4	11,2
M. 26	—	13,8	10,2
M. 44	—	16	14
M. 49	—	13,6	11,2
M. 75	*C. mollissima*	15,6	11,2
M. 82	Issu de *C. crenata*	14,4	11,5
M. 91	—	14,9	11
P. 14	—	15	11,4
P. 41	—	16,8	10,2
P. 43	—	14,4	11,2
Aw — 1	*C. crenata*	14,6	9,6
Aw — 2	*C. crenata*	14	8,8
Aw — 3	—	16	9
Aw — 4	—	16,8	10
Aw — 5	—	17,6	11,2
Marron Vincent	*C. sativa*	15,8	11,5

rieures. Delpino (cité par Camus) (5) considère le châtaignier comme anémophile. Borzi (cité par Breviglieri) (3), tout en reconnaissant que le pollen n'a pas toutes les qualités requises pour un transport par le vent, admet cependant la pollinisation anémophile. Sur les châtaigniers astaminés on ne remarque pas une grande abondance d'insectes comme sur les staminés ; la fécondation a, cependant, lieu et on peut admettre qu'elle est faite par le vent.

Enfin, dans les isolements effectués en vue des hybridations, il a été remarqué que les parties inférieures des sacs de cellophane étaient d'une couleur jaune accusée due à la présence de nombreux grains de pollen rassemblés en grumeaux ; les chatons, à leur sortie des sacs, laissaient tomber sur simple secousse, même légère, une quantité importante de pollen. A l'intérieur de ces sacs, l'atmosphère est sec et chaud, ce qui permet une dessiccation des grains de pollen et leur mise en liberté. Dans des conditions naturelles, aux heures les plus chaudes et sèches de la journée, le même phénomène peut se produire par l'agitation des branches ; le pollen sec se détache et le vent le transporte.

Des essais de germination ont été faits en boîte de Petri sur gel d'agar-agar à 2 %, humidifié par une solution sucrée au moment de l'ensemencement des grains de pollen. Ils ont été conduits à des concentrations de sucre différentes : 5 %, 10 % ; 15 % et 20 %. Les concentrations 10 % et 15 % donnent les meilleurs résultats. Le comptage des grains germés a été fait au bout de 48 heures ; à ce moment et dans la majorité des types examinés, le pourcentage des grains germés peut être considéré comme ayant atteint son maximum ; il ne varie que très peu ensuite.

Au microscope, on peut observer trois catégories de grains de pollen : 1° une première ayant développé un long tube pollinique (2 à 6 fois la longueur du grain de pollen) ; 2° une seconde ayant développé un tube pollinique court

(moins d'une fois la longueur du grain de pollen) ou un simple bourgeonnement ; 3° une troisième n'ayant pas germé du tout. Les deux premières catégories renferment des grains de pollen fertiles, car on peut admettre pour ceux de la deuxième catégorie que, placés dans les conditions naturelles de pollinisation, les tubes polliniques auraient pu remplir leur rôle fécondateur.

Les comptages effectués ont montré que le pourcentage de grains germés est très variable entre les types et ne peut être donné comme caractéristique d'une espèce. Par ailleurs, la quantité de grains de pollen vides, déterminable par la coloration à l'iode, est également très variable selon les types. Dans le tableau N° VIII, en comparant le pourcentage de grains germés et le pourcentage de grains de pollen vides, on observe qu'une forte proportion de grains normalement constitués en apparence, ne germent pas dans les conditions de l'expérience.

TABLEAU VIII

% de germination de grains de pollen et % de grains de pollen vides

Types.	Origine.	% de germination.	% de grains de pollen vides.
M. 1	Issu de *C. crenata*	40	
M. 2	—	13	
M. 8	—	26,2	
M. 44	—	31	10
M. 49	—	26,2	47,6
M. 75	*C. mollissima*	26,3	29
M. 82	Issu de *C. crenata*	24,6	
M. 91	—	17,4	32,2
P. 14	—	6,5	25
P. 41	—	29	21,6
P. 43	—	24,6	21,6
M. 26	—	45	20,8
Egletons	*C. sativa*	32,2	
Gimel	—	54	
U. S. A. 111	*C. mollissima X C. Seguinii*	44,6	
Aw 3	*C. crenata d'origine*	20,7	

La conservation du grain de pollen varie avec les conditions de conservation. Les chatons prélevés sur le *C. sativa*, type Gimel, maintenus à l'air libre à la température ambiante, germent dans la proportion de 29 % après 4 jours, contre 54 % le jour de la récolte des chatons ; les mêmes chatons, conservés en milieu humide pendant 4 jours, ne donnent que 5,5 % de grains germés.

En Espagne, URQUIJO (37) conserve du pollen dans des tubes scellés à la lampe et dans une atmosphère à différents taux d'humidité en présence ou en l'absence d'oxygène, à pression atmosphérique normale ou sous vide partiel. Le tout est placé en chambre froide à + 4°. Le pollen perd peu de son pouvoir germinatif pendant les 45 premiers jours de conservation ; une diminution se fait sentir à 90 jours ; au bout de 12 mois, les grains de pollen ont, pour ainsi dire, perdu la presque totalité de leur pouvoir germinatif. Cependant, l'auteur

reconnaît avoir obtenu des châtaignes avec du pollen de l'année précédente. Par ailleurs, selon lui, et en confirmation de ce qui a été dit précédemment, la conservation se fait mieux en milieu à humidité faible qu'en milieu à humidité moyenne ou forte. Dans le tableau IX sont résumés les résultats obtenus par URQUIJO (37).

TABLEAU IX

Conservation du pollen en tubes scellés; % de germination au départ = 45 %

Mode de conservation.	% de grains germés après : 20 j.	45 j.	90 j.	8 m.	12 m.
I° A la pression atmosphérique :					
1° En tube avec air sans oxygène					
a) Air désséché au chlorure de calcium : H = 32 à 35 %	48	45	35	1	—
b) Air désséché au carbonate de potassium : H = 44 %	42	14	30	1	0
2° En tube avec air normal					
a) Air désséché au chlorure de calcium : H = 32 à 35 %	35	33	26	—	0
b) Air désséché au carbonate de potasium : H = 44 %		30	—	—	—
II° Sous vide partiel dans :					
1° Tube en présence de chlorure de calcium	42	38	27	9	2
2° Tube en présence de carbonate de potassium	45	43	36	3	1

Parthénocarpie

Nous avons étudié le développement des fleurs femelles en fécondation libre et, plus spécialement, après les opérations de pollinisation contrôlée. Une partie des fleurs se dessèchent et tombent sans manifester aucun signe de développement ; ce sont, en général, les 2e et 3e glomérules supérieurs de la partie femelle du chaton androgyne. Il reste, en général, le glomérule situé à la base du chaton.

Ce fait se remarque aussi bien dans les fécondations libres que dans les fécondations contrôlées. Cependant, dans certains cas, il peut arriver qu'il y ait, aussi, dessèchement de la totalité des fleurs femelles du chaton. Sur certains arbres et dans les fécondations contrôlées lorsque les inflorescences sont ensachées, les fleurs femelles de l'ensemble du chaton se dessèchent en totalité (plus de 35 % de chatons desséchés dans Aw-2 (*C. crenata* d'origine). Il est vraisemblable que chez ces types les fleurs femelles supportent mal l'atmosphère confinée des sacs d'isolement.

En dehors de ces cas particuliers, toutes les fleurs femelles qui ne sèchent pas, donnent naissance à une bogue aussi bien dans les sacs pollinisés que dans ceux qui servent à vérifier l'efficacité de l'isolement et ne reçoivent pas de pollen (sacs témoins).

Dans les sacs témoins, on ne trouve que des bogues normalement lignifiées, de dimensions réduites atteignant la moitié ou le tiers de la taille normale des

bogues fertiles. Elles ne contiennent que des ébauches de châtaignes de dimensions très réduites (inférieures à un centimètre) ; ces ébauches constituées par un péricarpe de couleur et de consistance normale sont entièrement dépourvues d'embryon. Ces bogues proviennent donc du développement du glomérule femelle sans pollinisation.

Dans les sacs pollinisés artificiellement où toutes les fleurs ont reçu du pollen, il est possible de trouver aussi des bogues de ce type. On trouve dans les sacs à pollinisation contrôlée, aussi bien en autofécondation qu'en fécondation croisée, des bogues de dimensions normales contenant une ou plusieurs châtaignes fertiles avec des embryons convenablement développés, accompagnées parfois d'ébauches de châtaignes de taille presque normale mais dépourvues d'embryon (châtaignes aplaties). On ne trouve ces ébauches de taille presque normale que dans les bogues où une ou deux châtaignes se sont complètement développées.

Les châtaignes, de toutes tailles, dépourvues d'embryon semblent pouvoir être considérées comme d'origine parthénocarpique ; leur taille est fonction de celle de la bogue. Puisque l'on trouve des châtaignes parthénocarpiques dans les sacs non pollinisés, la parthénocarpie ne serait donc pas toujours le résultat d'une action stimulartice du pollen en dehors de son action fécondatrice. Il est difficile de préciser les causes de la parthénocarpie en l'absence de pollinisation. Le développement normal de la bogue est, par contre, dû à l'action fécondatrice du pollen puisque toutes les bogues de taille normale contiennent au moins une châtaigne fécondée.

Il semblerait donc que toutes les fleurs femelles qui ne se dessèchent pas, donnent naissance à des châtaignes parthénocarpiques lorsqu'il n'y a pas de pollinisation ou pas de fécondation. Ces châtaignes sont de grande taille si une fleur de la bogue a été fécondée et de petite taille si aucune fleur n'a été fécondée.

LES FACTEURS DE LA FERTILITÉ

La fertilité des châtaigniers est variable selon les types étudiés. Nous verrons successivement les cas de stérilité, d'incompatibilité et de fertilité en fécondation contrôlée et en fécondation libre.

Stérilité

Elle peut être due à plusieurs causes : absence ou mauvaise constitution des organes sexuels, incompatibilité entre organes sexuels normaux, influence physiologique du milieu, séparation des sexes dans le temps.

Certains arbres manifestent une absence totale des organes mâles ou femelles. Ainsi Mlle CAMUS (5) rapporte les observations de DODE qui signale des châtaigniers complètement dépourvus de fleurs femelles et de HENSLOW

qui a vu des fleurs femelles remplacer les fleurs mâles sous l'influence de conditions extérieures non précisées. Nous-mêmes avons remarqué, à la Station de Brive, un arbre d'une quinzaine d'années qui, bien qu'ayant une abondante floraison mâle, n'a qu'un nombre infime de fleurs femelles. Le phénomène est peut-être dû à son état juvénile, mais doit être regardé comme anormal, étant donné qu'en pépinière les arbres de moins de 10 ans ont une mise à fleur femelle ne présentant pas un tel retard sur la mise à fleur mâle. D'après Mlle CAMUS (5), certains arbres sont complètement dioïques ; mais on ne sait pas si, dans l'esprit de l'auteur, il s'agit d'individus dont les chatons mâles sont totalement astaminés ou si les chatons mâles font totalement défaut.

Le manque total d'étamines dans les chatons mâles est assez fréquent dans beaucoup de variétés *C. sativa* : Sauvage des Cars, Bourrue de Juillac de Corrèze, Peyrejonte de Lozère, etc... Ces faits sont signalés aussi par BREVIGLIERI (3) notamment pour le « Marrone ». Nous avons vu, dans l'étude de la morphologie des fleurs, que d'autres types sont brachystaminés ou mésostaminés. La stérilité des organes peut être dûe à une mauvaise constitution. C'est ainsi que beaucoup de brachystaminés et mésostaminés produisent un pollen dont les grains sont en majorité mal formés ou ne germent qu'en très petit nombre. La stérilité partielle des ovules peut être observée aussi chez le M. 75 où il semblerait que, seuls, les ovules de la fleur centrale sont quelquefois fertiles et rarement ceux d'une des fleurs latérales.

Ces cas de stérilité morphologique et fonctionnelle peuvent s'expliquer par la présence de gènes léthaux empêchant le développement des organes eux-mêmes ou bien agissant sur la nutrition des ovules ou sur la fusion nucléaire qui a lieu à la fécondation, faits signalés par BREVIGLIERI (3) rapportant les observations de MAC KAY, ou sur la division cellulaire qui permet à l'œuf de se développer en embryon. Enfin, la stérilité du pollen pourrait provenir de la constitution triploïde de la plante qui ne permet pas l'appariement des chromosomes à la méiose, ou encore de la présence de gènes polymitotiques qui font que les cellules mères des organes sexuels ont des divisions anormales aboutissant à la formation de cellules sans noyau.

Des organes bien constituées peuvent cependant ne pas être autofertiles ou interfertiles. L'incompatibilité des organes est une stérilité qui n'affecte que certains croisements ou certaines fécondations. Nous en verrons des exemples à propos de l'autofécondation et des fécondations croisées. L'incompatibilité peut tenir à certains phénomènes, parmi lesquels nous citerons la stérilité physiologique du type de celle étudiée sur les cerisiers et certains *Nicotiana*, où des gènes empêchent la croissance des tubes polliniques à l'intérieur du style si le pollen contient les mêmes allèles que le style. Les gènes léthaux empêchant la nutrition de l'ovule ou le développement de l'œuf peuvent aussi jouer un rôle dans l'incompatibilité.

La stérilité écologique peut être mise en avant dans certains cas. Au cours des années pluvieuses, la fertilité de nos géniteurs en fécondation libre est

réduite à 25 % environ. Enfin, chez les arbres atteints d'Encre, les bogues avortent souvent par manquer de nutrition. La stérilité peut être aussi phénologique dans le cas de dichogamie où l'intervalle de temps entre la maturité physiologique des organes sexuels est trop grand. C'est, en particulier, le cas des arbres fortement protandres comme le M. 80 et le M. 81.

Nous allons donner des exemples de fertilité de nos géniteurs en autofécondation, en fécondation croisée et en pollinisation libre.

Autofécondation

L'autofécondation a été pratiquée sur les châtaigniers soit par pollinisation à la main avec du pollen isolé avant floraison et prélevé sur l'arbre lui-même, soit en enfermant dans des sacs de papier, étanches au pollen étranger, fleurs femelles et fleurs mâles, et laissant la pollinisation se faire naturellement. Dans l'un et l'autre cas, les résultats obtenus, évalués en nombre de châtaignes recueillies pour 100 bogues récoltées, sont identiques et montrent que l'autocompatibilité est variable mais en général très faible, comparée à la fertilité moyenne de l'arbre en fécondation croisée contrôlée (Tabl. X) et en fécondation libre (tabl. XV).

Tableau X

Nombre de châtaignes récoltées pour 100 bogues. Autofécondations.

Types.	Origine.	1948	1949	1950	1951	Moy. 1940-1951 Autof.	Moy. 1940-1951 Fécond. croisée.
M. 1	Issu *C. crenata*	0	7	7,50	1,35	3,50	24,50
M. 2	—		0	1,60	0	0,50	
M. 8	—	9,75	21	21,20	15,00	16,90	51,95
M. 44	—	2,30	2,50	5,80	1,90	2,60	31,10
M. 49	—	8,00	62,70	55,40	56,40	55,40	48,35
M. 75	*C. mollissima*	0	1,60	0	0	0,35	
M. 82	Issu *C. crenata*	21,60	14,30	13,90	31,30	23,75	40,60
M. 91	—	17,20		3,60	5	6,55	36,10
P. 14	—	28,00	5,80	37,90	61,70	43,60	76,90
P. 41	—	3,90	3,90	1,35	7,10	5,10	34,80
P. 43	—	3,10	»	0	2,50	2	57,60
Aw 1	*C. crenata*	»	»	»	1,20	»	»
Aw 2	—	»	»	»	1,70	»	»
Aw 3	—	»	»	»	7,70	»	»
Aw 4	—	»	»	»	9,30	»	»
Aw 5	—	»	»	»	1	»	»
Aw 6	*C. crenata* x *C.*	»	»	»	8,30	»	»
Aw 7	— *sativa*	»	»	»	17,90	»	»
Marron Vincent	*C. sativa*	»	»	»	0	»	»
Noire Moyen	—	»	»	11,80	»	»	»
Saint-Mexant	—	»	»	8,20	»	»	»

Certains types comme M. 49 et P. 14, tous deux issus de *C. crenata*, accusent une autocompatibilité relativement élevée puisque celle du M. 49 est supérieure à sa fertilité dans l'ensemble des fécondations contrôlées, d'autres comme

M. 8 et M. 82 et Aw-7, également issus de *C. crenata*, une auto-compatibilité moyenne. Quant aux autres, elle est faible et n'atteint que rarement 10 % et l'on peut conclure que, pratiquement, le châtaignier est autostérile (46-47). Le faible pourcentage d'autofécondations chez M. 2 et M. 75 provient de la mauvaise constitution, respectivement, des organes mâles et organes femelles.

Fécondation croisée

Les résultats, dans la fécondation croisée entre espèces et types d'une même espèce, sont également très variables, ainsi que l'accuse le tableau XI résumant les résultats de 3 années de croisements en pollinisation contrôlée entre types issus de *C. crenata*, *C. mollissima* et *C. sativa*. Elle est relativement bonne en général et sensiblement identique quel que soit le sens du croisement effectué.

En ce qui concerne M. 2, la mauvaise constitution de son pollen ne permet pas de l'utiliser comme parent mâle. Au contraire, M. 75 présente un très bon pollen, mais des ovules défectueux, d'où le faible pourcentage de réussite lorsqu'il est employé comme parent femelle.

Tableau XI

Compatibilité dans les croisements interspécfiiques
(Nombre de fruits récoltés pour 100 bogues)

Types.	Origine.	1948 (a)	1948 (b)	1949 (a)	1949 (b)	1950 (a)	1950 (b)	Observations.
M. 1	Issu *C. crenata*	18,4	50,4	18,2		33,1	61,6	
M. 2	—	45,5	6,8	43,2		76		Stérilité mâle partielle
M. 8	—	40,7	66	71,8		67,2	85	
M. 44	—	35,7	43	21,5	36	33	89	
M. 49	—	56,6	28,5	84	22,6	63,5	34,2	
M. 75	*C. mollissima*	0,6	54,8	6,7	83	5,4	59	Stérilité femelle forte
M. 82	Issu *C. crenata*	34	37,5	106		62,5	31,6	
M. 91	—	46,6	36	27,5		32,8	69	
P. 14	—	112	41,3	180		109,5	47,4	
P. 14	—	112	41,3	180		109,5	47,4	
P. 41	—	43,6	43,6	44,4	54,5	26,3	56,2	
P. 43	—	31,2	28,3	102,1	44,2	70,1	39,5	
Sauvage des Cars	*C. sativa*	67,8		87,6		84,4		Stérilité mâle totale
Egletons	—		40,4		62,3		68	
Gimel	—		38,4		88,4		39,6	
Saint-Mexant	—				129			
Donzenac	—		39,3		99			
Bouscasses	—		64,9		24,2			

(a) Arbre fonctionnant comme parent femelle..
(b) — — — — mâle.

Le type P. 14 se révèle d'une bonne intercompatibilité avec l'ensemble des pollinisateurs et plus particulièrement avec certains d'entre eux (tabl. XII).

Tableau XII

Intercompatibilité de P. 14 (fonctionnant comme femelle)

Parent male.		Fruits récoltés pour 100 bogues.		
Types.	Origine.	1948	1949	1950
M. 1	Issu de *C. crenata*	105	»	157,10
M. 8	—	128	»	150
M. 44	—	125	»	175
M. 75	*C. mollissima*	160	108	100
P. 41	Issu de *C. crenata*	112	»	114.30
Cr. 1-5	H.N/*C.crenata* x *C. sativa*	150	»	175

Bien que d'une stérilité femelle très forte, le M. 75 (*C. mollissima*) est bon pollinisateur pour l'ensemble des géniteurs et notamment pour certains d'entre eux. Il se révèle mauvais pollinisateur pour le M. 91 (issu de *C. crenata*) (tabl. XIII).

Tableau XIII

Pollinisation par M. 75 (C. mollissima)

Parent		Fruits récoltés pour 100 bogues			
Types.	Origines.	1848	1949	1950	1951
M. 49	Issu de *C. crenata*	109	109,40	80	
P. 14	—	160	108,30	100	
M. 8	—	56	100,40	120	
M. 91	Issu de *C. crenata*	26	7,70	25	
Sauvage des Cars	*C. sativa*	81	72,30	25	87

Un des cas de compatibilité très faible, entre deux arbres bons pollinisateurs et bons récepteurs, est celui du croisement de M. 1. × P. 43 ou P. 43 × M. 1. L'incompatibilité spécifique de ces croisements réciproques peut être déduite de la comparaison entre les résultats obtenus avec ces croisements et les fertilités moyennes des deux arbres croisés avec les autres géniteurs et utilisés alternativement comme mâle et comme femelle (tabl. XIV).

Tableau XIV

	Femelle.	Mâle.	Fruits pour 100 bogues. 1948	1950
	M. 1	P. 43	7,10	5,55
	P. 43	M. 1	0	0
Pour l'ensemble des fécondations croisées (fertilité moyenne) :				
M. 1 utilisé comme femelle			18,40	33,10
M. 1 — — mâle			50,40	61,60
P. 43 — — femelle			31,20	70,10
P. 43 — — mâle			28,30	39,50

Fécondation libre

Enfin, l'étude de la fécondation libre confirme, dans son ensemble, les caractères de compatibilité ou de stérilité énoncés ci-dessus (Tabl. XV).

TABLEAU XV

Fécondation libre

Types.	Origine.	% de bogues stériles 1949	1950	1951	Fruits pour 100 bogues. 1949	1950	1951
M. 1	Issu de *C. crenata*	14,60	6,40	39,30	118	219,50	120
M. 2	—	13,90	2,60	1,30	164	282,5	265
M. 8	—	15,70	7,70	20,10	135	192	135
M. 44	—	1,80	2,50	7,40	166	248,6	187
M. 49	—	4,60	1,70	2,50	240	278,3	213
M. 75	*C. mollissima*	51.—	6,60	59,60	47,2	113,4	44
M. 82	Issu de *C. crenata*	5,10	1,15	1,50	160	260	218
M. 91	—	7,80	1,20	8,70	295	237	213
P. 14	—	4,30	0,80	7,50	174	183,5	175
P. 41	—	3,20	1,30	10,40	194	191,1	135
P. 43	—	8.—	1,10	13,20	163	176,8	136
Sauvage des Cars	*C. sativa*	15.—	3,50	17,40	166	201	168
Moyenne générale		17,30	3,50	18,10	150	213	151

Le M. 75 accuse ici nettement sa stérilité femelle qui avait déjà été notée dans les croisements interspécifiques.

De même, le nombre de fleurs fécondées ou de châtaignes récoltées, par bogue, fixe le degré de fertilité de chacun des types considérés (tabl. XVI).

TABLEAU XVI

Nombre de châtaignes par bogue en fécondation libre

Types.	% de bogues à 1 chât.	2 chât.	3 chât.	+ 3 chât.
M. 1 (Issu de *C. crenata*)	47	41	12	0
M. 2 —	6	22	72	
M. 8 —	56	36	8	
M. 44 —	28	42	30	
M. 49 —	13	41	46	
M. 82 —	23	37	39	1
M. 91 —	15	42	42	
P. 14 —	46	39	13	
P. 41 —	42	36	22	0
P. 43 —	44	42	14	
Sauvage des Cars *C. sativa*	55	15	30	
M. 75 (*C. mollissima*)	82	18		

MISE A FRUITS RAPIDE

L'étude des descendances, issues de pollinisation contrôlée, à permis de constater que la transmission du caractère résistance à l'*Endothia*, comme d'ailleurs à l'Encre, ne se fait pas directement et intégralement dans la F. 1 (6)

La résistance est partiellement récessive et l'hybride offre une résistance le plus souvent intermédiaire entre celle des deux parents (16). Dans ces conditions, il faudra, pour assurer une extériorisation plus grande du facteur résistance, avoir recours au recroisement de l'hybride avec le parent résistant (backcross).

Dans les conditions naturelles, le châtaignier se met à fleur à un âge avancé, notamment chez les *C. sativa*, allant de 15 à 40 ans selon sa localisation et sa vigueur ; les *C. mollissima* sont plus précoces et les *C. crenata* encore plus ; certains types, parmi ces derniers, peuvent fleurir la 2e ou la 3e année du semis ; il y a donc intérêt majeur à hâter la floraison des hybrides de façon à procéder aux back-crosses le plus rapidement possible. Pour cela, on a recours à la culture en pots, complétée par un étranglement au collet. On parvient, de la sorte, à obtenir des floraisons dès la 2e année du semis et une proportion notable de plants fleuris à partir de la 3e année (Tabl. XVII).

TABLEAU XVII

Floraison des hybrides cultivés en pots

Types	Années d'hybridation — % d'hybrides fleuris							
	1946		1947		1948		1949	
	Fl. femelles	Fl. mâles	Fl. femelles	Fl. mâles	Fl. femelles	Fl. mâles	Fl. femelles	Fl. mâles
M. 1			50	50	0	33,3	0	14,3
M. 2	9,3	35			14,4	41,5	4,2	12,7
M. 8	0	16,7	50	0	10,9	32,7	2,6	2,6
M. 44			0	60	10,6	25,6	0,0	0,0
M. 49	0	100	33,3	33,3	4,6	30,8	0,8	2,3
M. 75			25,0	25,0				
M. 82			0,0	33,3	5,8	29,5	3,6	2,7
M. 91			0	100,0	7,5	41,5		
P. 14					3,2	31,8	0,0	0,0
P. 41					0,0	18,2	0,5	0,6
P. 43					8,6	33,3	0,9	7,5
Sauvage des Cars			0	43,0	0,9	14,0	1,5	0,8
M. 26	33	100						
Moy. floraison femelle	4,9	»	9,3	»	8,3		2	»
Moy. floraison mâle	»	37,7	»	41,9	»	31,4	»	4,6

Il apparaît que la mise à fleur femelle se fait plus tardivement que la mise à fleur mâle.

On peut remarquer que la rapidité de mise à fleur est variable selon les types ; ceux issus de M. 2 sont particulièrement précoces aussi bien au point de vue production de fleurs mâles que production de fleurs femelles. Par ailleurs, la quantité d'hybrides en floraison mâle est, en général, nettement supérieure à celle présentant des fleurs femelles.

GERMINATION

Les châtaignes peuvent être semées à l'automne ou au printemps après stratification. Par semis d'automne, des pertes sont occasionnées par les ron-

geurs et une quantité importante de châtaignes pourrissent en terre, d'où des manquants importants à la levée.

Le semis de printemps se fait après stratification. Les châtaignes, récoltées au fur et à mesure de leur chute, sont soumises au flottage de manière à éliminer la majeure partie des fruits piqués ainsi que les fruits ridés ou mal formés. Au sortir de l'eau, elles sont mises à ressuyer dans un endroit frais et aéré.

La stratification se fait par couches alternées de châtaignes et de sable sec de manière que celui-ci remplisse bien les interstices entre les fruits. Les lots stratifiés sont placés à l'abri des courants froids pour éviter les gelées, sans

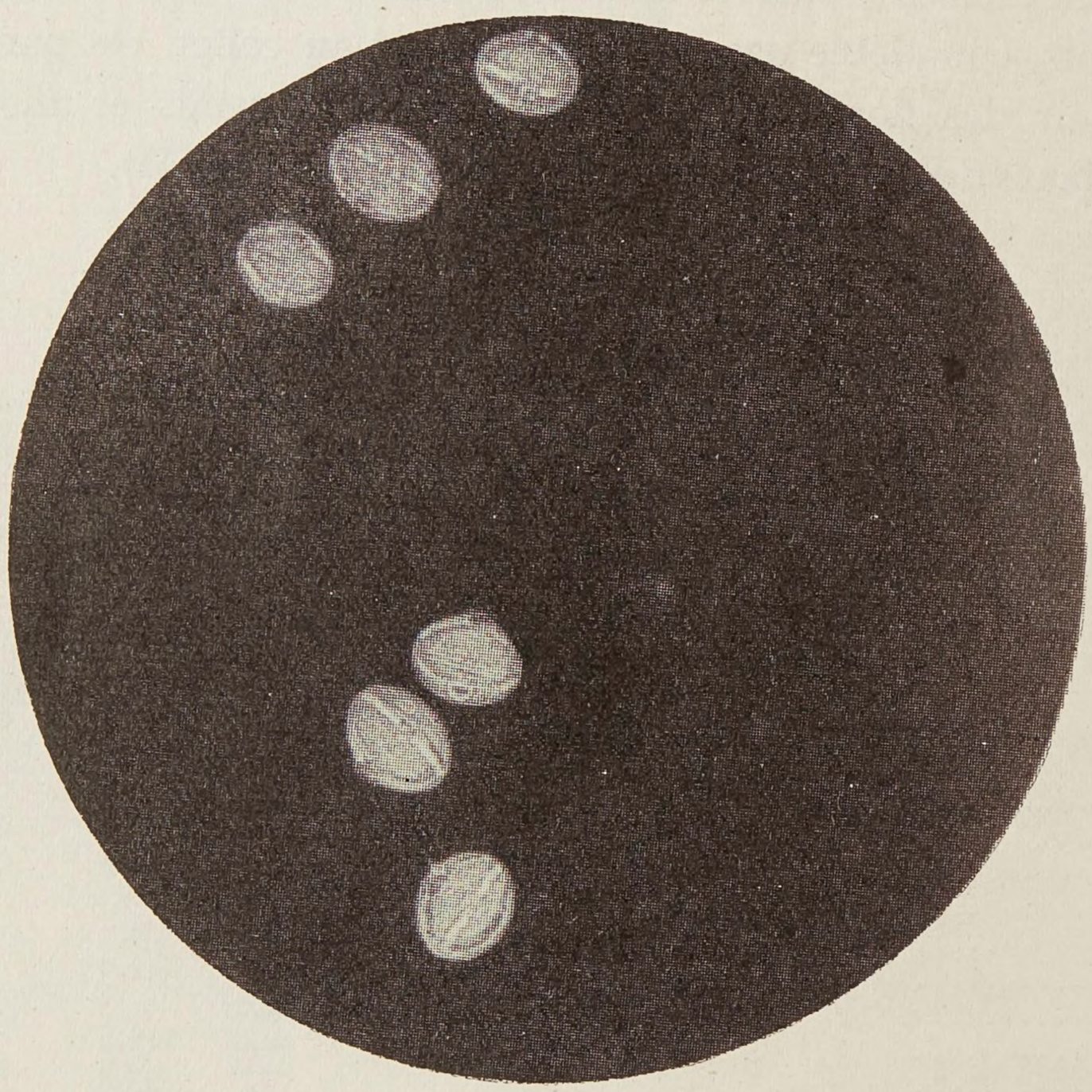


FIG. 21. — Grains de pollen du géniteur P. 14 (*C. crenata* × *C. sativa*).

toutefois rechercher une exposition chaude qui provoquerait une germination trop précoce.

Le temps de repos nécessaire avant la germination est variable. Pour certains types, les châtaignes placées en chambre humide et chaude à 20° ont germé en 10 jours ; d'autres, par contre (Sauvage des Cars et Bourrue de Juillac), n'ont germé qu'au bout d'un mois. En stratification à l'air libre, donc à température basse, on peut noter des débuts de germination avec le M. 49 (issu de *C. crenata*) courant décembre, et dans Sauvage des Cars et Bourrue de Juillac, fin janvier.

Dans la pratique courante, le semis des châtaignes est fait dès fin février. La châtaigne a une germination hypogée, les cotylédons restant en terre. La radicule sort la première à la pointe du fruit à proximité de la torche formée par les restes des stigmates (fig. 21). La radicule est plus vigoureuse dans les

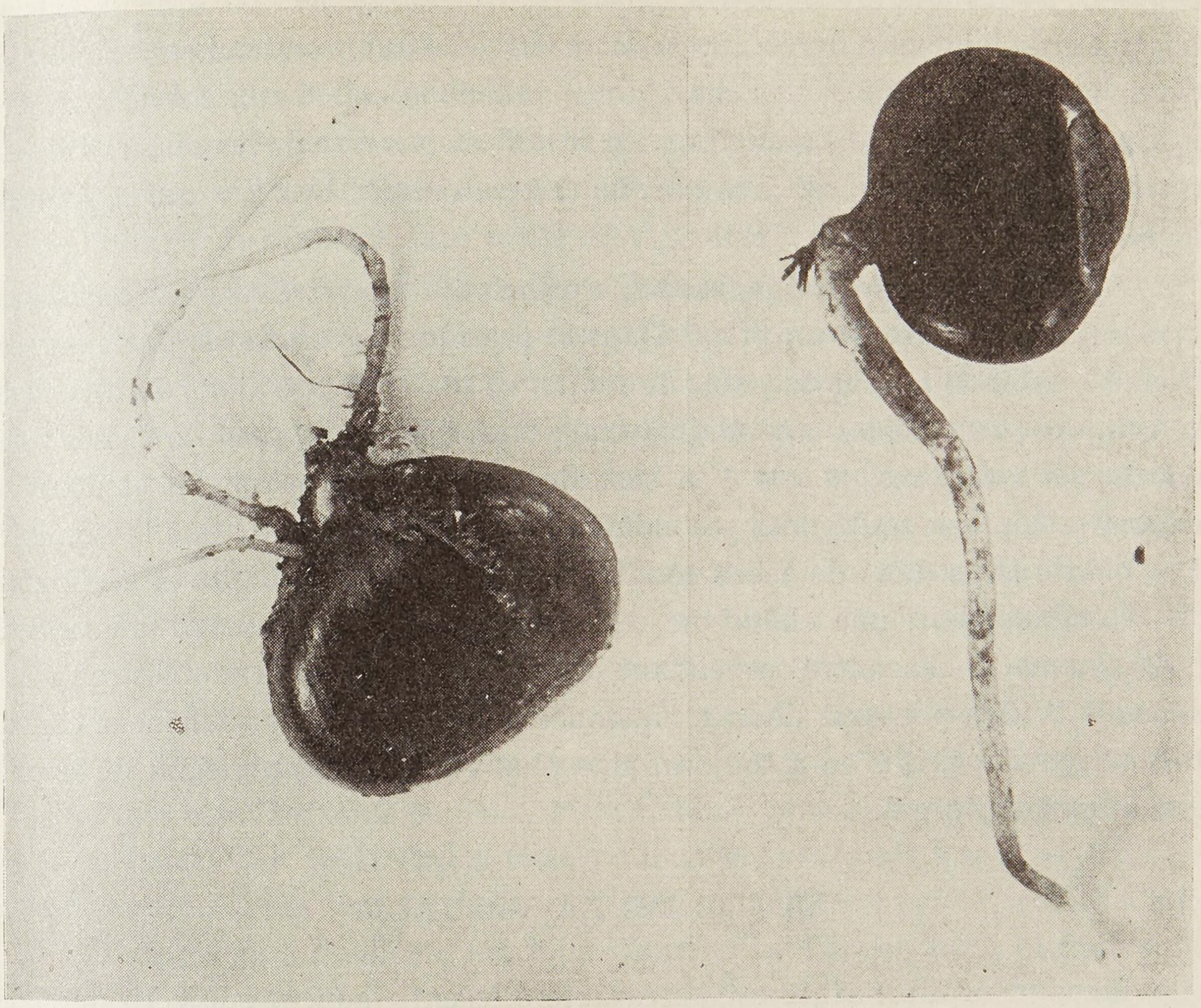


FIG. 22. — Germination de châtaignes de *C. sativa*.
A gauche, châtaigne de Bourrue de Juillac avec 4 graines germées. A droite, châtaignes de Sauvage des Cars à 1 seule graine germée.

FIG. 23. — *C. crenata* d'origine, introduits en Espagne région de la Coruna.

types *C. sativa* que dans les *C. crenata* et *C. mollissima*. Lorsqu'elle atteint 8 à 10 cm de longueur, on voit apparaître la tigelle qui prend naissance entre les deux ligaments (pétioles des cotylédons) reliant le collet aux cotylédons. Ces ligaments sont d'une extrême fragilité et il n'est pas rare de les casser, soit à la sortie de stratification, soit à la mise en terre au semis. Dans ce cas, la plantule ne se développe plus.

Après la sortie de la tige, la racine principale émet des racines secondaires et s'enfonce en terre en un pivot. Dans la pratique des semis, ce pivot est sectionné à environ 2-3 cm du point de sortie ; il se développe alors, au niveau de la coupure, des racines secondaires traçantes. La tigelle peut se casser ; des bourgeons axilliaires, placés à la base de celle-ci, se développent et donnent naissance à plusieurs tigelles secondaires d'aspect plus chétif que la normale. Les plants issus dans de telles conditions restent buissonnants et malingres.

Généralement, une châtaigne renferme une graine donnant naissance à une plante. On rencontre, cependant, des fruits à plusieurs graines (2 à 4), chacune d'elles pouvant donner naissance à une plante normalement constituée. Cependant, il y en a toujours une plus vigoureuse provenant de la plus grosse graine (fig. 22).

ÉTUDE DE LA VIGUEUR

La vigueur d'un arbre est un caractère essentiellement subjectif que l'on juge en observant l'ampleur de son développement à l'âge adulte. A East Malling, pour les porte-greffes de pommier, on a cherché à trouver des caractères corrélatifs à la vigueur par différents critères : quantité de bois produite en un an, circonférence du tour, hauteur et étalement des arbres, quantité de feuilles produite et rapports entre ces différents éléments. Ces études s'appliquaientessentiellement à des clônes. A la même Station, on a cherché à voir la corrélation entre l'anatomie de la racine et la vigueur. Les études de Mlle BEAKBANE ont montré qu'il y a une corrélation inverse entre la proportion d'écorce et de bois avec la vigueur. Elle fait intervenir, d'autre part, l'importance des éléments morts et vivants dans le bois et le diamètre des vaisseaux du bois.

Nous allons entreprendre des études de ce genre sur les clônes de châtaigniers que nous avons isolés. Il y aurait un grand intérêt à déterminer, dans la descendance sexuée d'un type, la vigueur de l'ensemble des individus, de façon à la caractériser dans son homogénéité et son degré. On se heurte à la dissemblance de développement de certaines espèces à la phase de jeunesse et pendant l'âge adulte. C'est ainsi que, si l'on compare le développement des types à dominance *C. crenata* avec celui des types *C. sativa*, on constate que la première année les types *C. crenata* ont une taille plus élevée que les types *C. sativa*. La forme générale de la tige est cylindroconique avec un collet peu renflé, alors que, chez les types *C. sativa*, la tige est de forme conique avec un collet nettement marqué par un renflement de la partie souterraine. On peut

résumer ces caractères en disant que les types *crenata* sont élancés, et les types *sativa* courts et trapus. Il est difficile de dire lequel des deux sera le plus vigoureux à l'âge adulte. Il est cependant un fait bien connu, c'est que les *C. crenata* cultivés de nos régions ont un développement rapide pendant les premières années pour, ensuite, végéter assez faiblement ; ils n'atteignant jamais la haute taille et le diamètre des types de *C. sativa* qui peuvent être considérés comme appartenant à l'espèce la plus vigoureuse sous nos climats.

Pour étudier les semis issus de fécondation libre, au point de vue vigueur, nous avons pris pour critères, pour la première année, le diamètre au collet et la hauteur des plants au-dessus du collet, et nous avons essayé de mettre en évidence chez le châtaignier, la corrélation inverse existant chez le pommier entre la vigueur des plants et la proportion du tissu cortical de leurs racines.

La technique consiste à exécuter des coupes transversales dans des fragments de racines de 1/2 cm de diamètre, prélevés à 10 cm du collet sur des plants de l'année ; ces études ont porté sur la descendance des *C. crenata* d'origine de Lalevade d'Ardèche, des issus de *C. crenata, C. mollissima* et *C. sativa* de Brive. Bien que mesuré sur un matériel hétérogène puisque provenant de fécondation libre, le rapport de la surface de l'écorce à la surface totale de la section transversale de la racine paraît d'autant plus faible que la vigueur des plants, appréciés par leur hauteur au-dessus du collet ou par le produit « hauteur par diamètre au collet », est plus grande. On dispose, pour chaque type, de 8 paires d'observations concernant les deux variables étudiées : proportion d'écorce et vigueur. Ces variables fluctuent entre des limites assez larges et il n'y a pas de corrélation entre elles pour l'ensemble des résultats. Mais, si l'on considère chaque type isolément, on peut remarquer qu'il y a une corrélation inverse entre les deux variables, très nette chez certains types, plus faible chez d'autres. Nous ne disposons, malheureusement, pas d'un nombre d'observations suffisant pour établir la signification statistique de ces corrélations chez tous les types étudiés. De plus, il sera nécessaire d'étudier l'influence de l'anatomie de la racine sur la rapidité de la mise à fruits qui est un des caractères les plus importants du porte-greffe.

PRATIQUE DE LA SÉLECTION

Obtention du matériel

En même temps qu'étaient poursuivies les études préliminaires nécessaires à l'hybridation, le travail de la Station a consisté à faire l'inventaire du matériel déjà existant dans lequel on pouvait trouver tout ou partie des caractères recherchés. On a réuni ainsi un matériel de travail abondant obtenu par prospections et par multiplication sexuée des arbres retenus en prospection.

Après une étude morphologique et physiologique du matériel on a cherché

à éprouver les caractères intéressants : résistance à la maladie de l'Encre, résistance à l'*Endothia*, adaptation écologique. Après élimination des types sans intérêt, les plants retenus sont multipliés végétativement et leur multiplication sexuée est envisagée. Parallèlement, des travaux d'hybridation, à partir des arbres retenus en prospection, ont été poursuivis dans le but de créer de nouveaux types et de ràaliser de nouvelles combinaisons de caractères.

Enfin, on a utilisé la polyploïdie expérimentale pour la création de types nouveaux.

PROSPECTIONS

Les caractères recherchés sont : la résistance à l'Encre, la vigueur, la résistance à la sècheresse, la tardivité de débourrement. Dans des prospections spéciales, on a recherché des signes de résistance à l'*Endothia*.

Des anciennes plantations d'exotiques, il a été retenu, à Lalevade d'Ardèche, les 5 *C. crenata*, restes des introductions directes de A. DE BOURNET, présentant une vigueur moyenne exceptionnelle chez les types exotiques introduits en France et un grand nombre d'exotiques particulièrement hybrides entre *crenata*, *mollissima* et *sativa*.

Ces arbres servent actuellement soit de géniteurs, soit de pieds-mères de marcottes.

Dans le champ d'expériences de G. COUDERC à Lazuel, il a été récolté des châtaignes de fécondation libre sur des *C. crenata*, des *C. mollissima* d'origine et sur des issus d'exotiques. Dans les plantations de DUFRENOY, pépinière de Migoule, près de Brive, il a été retenu 9 issus de *C. crenata* et 1 de *mollissima* présumé pur ; dans celle des Iles, près de Brive également, 3 issus de *C. crenata*.

Des contacts avec l'Espagne nous ont permis d'obtenir des greffons de *C. crenata* d'origine (fig. 23), provenant des environs de la Coruña ainsi que des greffons et des châtaignes de fécondation libre de *C. sativa* des environs de San Sebastian, région de Igueldo, provenant d'arbres présentant un très bon comportement à l'Encre.

Dans les régions très éprouvées par la maladie de l'Encre, Corrèze, Gard, Ardèche, Sarthe, Puy-de-Dôme, on a retenu des types de *C. sativa*, notamment à petits fruits, ayant résisté là où les autres ont péri. Dans les zones où la maladie est en pleine évolution, on a pu trouver des arbres présentant un comportement satisfaisant ainsi que des semis naturels de fécondation libre ayant, vraisemblablement, subi une sélection naturelle qui a éliminé les types sensibles à l'Encre. Tous ces types intéressants sont repris de greffe, multipliés végétativement et soumis aux épreuves de résistance aux maladies ; après quoi, ils peuvent être utilisés comme point de départ dans l'établissement de clônes ou servir de géniteurs dans les travaux ultérieurs d'amélioration.

Au cours d'un voyage effectué en Espagne en 1950, nous avons été à même

de parcourir les foyers d'*Endothia* situés aux environs de Bilbao. Il a pu être remarqué à cette occasion :

1° Que les *C. crenata* à petits fruits, type Shiba, ne présentaient pas de trace d'attaque d'*Endothia*, alors que les *C. crenata* à gros fruits, type Tamba, étaient atteints ;

2° Que les *C. mollissima* pouvaient présenter des chancres mais leur cicatrisation était plus ou moins avancée ;

3° Qu'un *C. sativa*, situé au milieu d'une plantation de Tamba et de Shiba, était fortement atteint. Contrairement aux déclarations qui ont pu être faites auparavant, l'indigène ne serait donc pas résistant à l'*Endothia*, c'est, d'ailleurs, le seul de son espèce dans la région ;

4° Que les foyers d'*Endothia*, actuellement connus en Espagne, se trouvent

FIG. 24. — Chancres d'*Endothia*.

A gauche et au centre, chancres à évolution lente sur rejets de souches de *C. sativa* (photographies BIRAGHI). A droite, chancre plus évolué avec cicatrisation sur *C. mollissima* (Espagne, région de Bilbao).

localisés aux emplacements mêmes ou au voisinage des pépinières constituées par semis de châtaignes importées directement du Japon ou de Chine.

L'*Endothia* est resté localisé à ces pépinières et ne paraît pas s'être étendu aux châtaigniers indigènes du Nord de l'Espagne en raison du petit nombre d'exemplaires de *C. sativa* restant dans cette région et de leur éloignement des foyers actuels.

En 1951, BIRAGHI, à Avellino et en Ligurie (Masone), dans les taillis provenant de rejets de souches de châtaigneraies exploitées à la suite d'une forte attaque d'*Endothia*, a observé, sur les rejets âgés de 8 à 12 ans, des réactions différentes vis-à-vis de l'*Endothia* (1-2). L'évolution des chancres est plus ou moins rapide. Certains plants réagissent en formant un bourrelet cicatriciel qui ralentit ou, peut-être, entrave la marche du champignon (fig. 23). On peut, peut-être, espérer trouver, dans ces taillis, des types de *C. sativa* présentant une résistance assez élevée au chancre de l'écorce, ce qui serait très intéressant

pour poursuivre les recherches de types résistant à l'*Endothia*, présentant la vigueur et l'adaptation écologique du *C. sativa*.

Dans le but de réunir un matériel d'étude pour la recherche de plants résistant à l'*Endothia*, il a été reçu, en 1949-1951, des États-Unis et en provenance de régions non atteintes par l'*Endothia*, des greffons et des châtaignes de leurs meilleurs hybrides forestiers ou fruitiers résistant à l'*Endothia*. Ils comportent des *C. mollissima*, des *C. mollissima* × *C. Seguinii*, des *C. mollissima* × (*C. mollissima* × *C. dentata*) et des *C. crenata* × (*C. mollissima* × *C. dentata*).

MULTIPLICATION SEXUÉE DES ARBRES REPÉRÉS

La multiplication par voie sexuée des arbres repérés a lieu par semis de châtaignes de fécondation libre, de fécondation contrôlée, d'autofécondation et de croisements de retour.

Semis de fécondation libre

Dans ce cas, les châtaignes sont récoltées sur des arbres dont l'origine *C. crenata* ou *C. mollissima* est certaine ou sur des arbres issus de ces exotiques et poussant en France. On utilise, également, des châtaignes provenant des *C. sativa* retenus dans les prospections. Les parent femelle est donc connu de façon certaine ; mais en raison de la fécondation croisée, qui est la règle chez les châtaigniers, on ne peut avoir de certitude sur l'origine du pollinisateur. L'étude de sa descendance permet, cependant, de juger de la valeur du milieu pollinisateur ; l'examen des types de châtaigniers situés dans les environs immédiats de l'arbre femelle peut donner aussi quelques indications utiles. Ainsi, dans les pépinières de Migoule et des Iles à Brive, le milieu environnant est formé, pour une grosse partie, de types issus d'exotiques, *C. crenata* et *C. mollissima* et quelques *C. sativa*. Les descendances présentent toute une gamme de types hybrides entre ces 3 espèces. A Lalevade d'Ardèche, les 5 types *C. crenata* d'origine ont une très forte tendance à se polliniser entre eux : ils sont, pratiquement, isolés des *C. sativa* de la région, d'une part, en raison de leur précocité de floraison et d'autre part, en raison de leur éloignement. L'examen des plants issus de semis de leurs fruits confirme, en tous points, cette faible influence des *C. sativa* ; dans ces plants, il existe une faible proportion d'hybrides avec le châtaignier indigène ainsi que le témoignent les observations ci-après :

Types	% de plants à type *sativa*
AW-1	3,6
AW-2	1,7
AW-3	0,4
AW-4	0,7
AW-5	0,4

Les semis se font au printemps dès fin février, en mars-avril, en ligne de 2 m de long, les châtaignes étant disposées à 5 cm les unes des autres. Les seules façons culturales effectuées en cours de végétation sont des désherbages. Chaque lot, représentant un type de châtaigne, est séparé par des lignes d'un type de *C. sativa* très sensible à la maladie de l'Encre, servant de témoin (Bourrue de Juillac). Une telle méthode, qui demande beaucoup de terrain, permet, cependant, en agissant sur une grande quantité de matériel, de retenir un certain nombre de plants ayant, à des degrés plus ou moins élevés, les qualités recherchées.

La résistance à la maladie de l'Encre est éprouvée par des contaminations naturelles et des inoculations artificielles. Les plants, qui ont subi avec succès ces épreuves, sont multipliés végétativement pour servir soit à la constitution de clônes de types résistants, soit de matériel de base pour des améliorations ultérieures. Il a été ainsi semé : en 1949, 70 000 châtaignes ; en 1950, 60 000 châtaignes ; en 1951, 256 000 châtaignes ; soit en tout : 386 000 châtaignes. Plus d'un million de châtaignes ont été semées depuis 1946.

Semis de fécondation contrôlée

La fécondation contrôlée, en partant de deux parents aux qualités connues, permet la création de types nouveaux qui présenteront, à des degrés variables et en mélange, les qualités des parents primitifs. En l'occurrence, l'hybridation aura pour objectif de porter au maximum les aptitudes de résistance à l'Encre et à l'*Endothia* des *C. crenata* et *C. mollissima*, en liaison avec la vigueur, le grand développement, la tardivité de débourrement et de floraison, les qualités fruitières des *C. sativa*.

Ces croisements peuvent être interspécifiques ou intervariétaux. L'étude de l'intercompatibilité a montré que ces croisements étaient possibles, sauf dans le cas de stérilité mâle ou femelle très accusée.

C'est l'Américain Van Fleet (36) qui, le premier, procéda à des hybridations d'une façon suivie et méthodique. Ses croisements ont été continués et étendus sous la direction de Gravatt et Clapper. De son côté A. H. Graves, depuis 1930, poursuit ses croisements entre *C. dentata*, *C. crenata* et *C. mollissima*. Tous ces travaux avaient spécialement pour but de trouver des types résistant à l'*Endothia*.

En Espagne, Urquijo (34), (35) pratique l'hybridation entre *C. crenata* et indigènes, dans l'espoir de trouver des types résistant à l'Encre. En France, G. Couderc (7), vers 1920, agit de même et une partie des descendants de ses croisements est encore visible au champ d'expériences de Lazuel, près d'Aubenas (Ardèche).

Depuis 1947, la Station de Brive, dans sa lutte contre l'Encre et l'*Endothia*, s'est engagée également dans cette voie en effectuant des croisements entre *C. crenata*, *C. mollissima*, issus d'exotiques et *C. sativa*.

Il a ainsi été obtenu : en 1947, 125 hybrides ; en 1948, 1 439 hybrides ; en 1949, 3 016 hybrides ; en 1950, 1 122 hybrides ; en 1951, 547 hybrides ; soit en tout : 6 249 hybrides.

La technique d'hybridation est relativement simple. En raison de la séparation des sexes, l'isolement des fleurs femelles se fait en éliminant la partie mâle du chaton androgyne et en ne laissant qu'une ou deux fleurs femelles à la base, et en plaçant, immédiatement, celles-ci sous sacs de cellophane entourés d'un manchon protecteur en papier Kraft (fig. 7). Ces opérations de castration et d'isolement ont lieu avant la floraison de l'arbre lui-même et des arbres environnants, quand les stigmates de la fleur femelle placés au centre de l'inflorescence commencent à apparaître. Les sacs ainsi placés sont fermés et fixés au rameau porteur, au moyen d'un fil de plomb sur un morceau de coton, qui évite une mutilation du rameau et toute introduction de pollen étranger. Les chatons mâles, destinés à servir de producteurs de pollen, sont, eux aussi, isolés sous sacs de cellophane bien avant toute floraison, même environnante, de manière à être sûr de la pureté du pollen. Au fur et à mesure des besoins de l'hybridation, les chatons mâles, bien fleuris, sont prélevés dans ces sacs.

Le moment de polliniser est venu quand toutes les fleurs femelles d'une inflorescence ont tous leurs stigmates bien développés. L'extrémité supérieure des sacs cellophane est coupée ; l'ouverture ainsi pratiquée est maintenue dirigée vers le bas de manière à éviter l'introduction de pollen étranger ou venant de l'arbre lui-même. Le pollen est alors déposé sur les stigmates par simple frottement d'un ou plusieurs chatons mâles, tenus à la main. Le tout est réensaché comme avant la pollinisation. Courant août, les sacs de protection sont remplacés par des sacs en toile destinés à recueillir châtaignes ou bogues à leur maturité.

Les études de biologie florale ont montré que les châtaigniers manifestaient une auto-incompatibilité très forte. Néanmoins, l'autofécondation doit être tentée sur les types déjà retenus pour leur vigueur et leurs caractères de résistance, dans le but de provoquer une extériorisation plus poussée d'un ou plusieurs de ces caractères recherchés. Cette opération a été menée à Brive, depuis 1947, sur les types de *C. crenata*, *C. mollissima* et *C. sativa* ou issus de ces espèces. Il a été ainsi obtenu : en 1947, 7 ; en 1948, 42 ; en 1949, 116 ; en 1950, 195 ; en 1951, 444 ; soit en tout : 804 châtaignes provenant d'autofécondation.

L'autofécondation peut être effectuée en utilisant le même processus que celui suivi dans les croisements proprement dits. Cependant, pour des raisons de commodité d'exécution, on enferme simplement fleurs mâles et femelles dans un même sac étanche au pollen extérieur ; l'agitation des sacs par le vent suffit pour provoquer la chute du pollen sur les fleurs femelles, assurant ainsi la pollinisation. Dans les deux cas, les résultats obtenus sont concordants.

Nous verrons, dans l'étude des caractères héréditaires, que des facteurs récesssifs entrent en jeu pour déterminer la résistance à l'Encre et à l'*Endothia*. On sait, par ailleurs, que, pour assurer l'extériorisation de tels caractères dans

une plus forte proportion que dans la descendance de la F 2, il faut avoir recours à une opération de back-cross, ou croisement de retour, dans laquelle on recroise l'hybride de première génération avec le parent présentant le gêne à l'état récessif. Pour étudier la F 2, il est nécessaire de pratiquer l'autofécondation de la F 1, opération de faible production et qui n'est, d'ailleurs, possible qu'après la mise à fleurs femelles des hybrides. Les back-crosses ne nécessitent que la mise à fleurs mâles des hybrides, plus précoce que la mise à fleurs femelles ; l'hybride pouvant fonctionner dans le back-cross comme donneur au récepteur de pollen.

Il faut donc, d'abord, déterminer une floraison rapide des hybrides de première génération. Nous avons vu que celle-ci avait pu être obtenue par la culture en pots. Dans la pratique du back-cross, les opérations d'isolement des fleurs mâles et femelles se font de la même manière que pour les croisements proprement dits. Cependant, la floraison mâle des hybrides s'étant produite en 1951, 15 jours à 3 semaines avant que les fleurs femelles des parents à recroiser ne soient réceptives, il a été nécessaire d'assurer la conservation du pollen. Les chatons mâles ont été placés dans des tubes en verre, au fond desquels était disposée une petite quantité de chlorure de calcium, destinée à maintenir un état de siccité suffisant pour éviter le développement des moisissures. Le tube était ensuite fermé simplement avec un bouchon de liège et placé en chambre froide à + 4° environ. Sortis de la chambre froide, les chatons doivent être utilisés dans les plus brefs délais, sinon ils noircissent et deviennent inutilisables.

Les opérations de back-cross ont débuté en 1950 ; il a été obtenu 135 châtaignes, dont 118 avec les hybrides utilisés comme parent mâle et 18 avec les hybrides utilisés comme parent femelle. En 1951, un plus grand nombre d'hybrides ayant fleuri, il a été récolté 2 181 châtaignes, dont 2 004 avec les hybrides comme parent femelle (tabl. XVIII).

TABLEAU XVIII

Back-crosses 1951

	Parent recroisé	Hybride géniteur mâle		Hybride géniteur femelle	
		Nombre d'hyb. pollinisateurs	Nombre de châtaignes récoltées	Nombre d'hyb. parent femelle	Nombre de châtaignes récoltées
M. 1	Issu *C. crenata*	11	258	3	15
M. 2	—	27	257		
M. 8	—	8	146	7	15
M. 44	—	13	223	3	24
M. 49	—	17	246	5	16
M. 82	—	9	234	12	46
M. 91	—			6	32
P. 14	—	11	211		
P. 41	—	8	98	5	6
P. 43	—	13	255	7	17
M. 26	—	3	76		
M. 75	*C. mollissima*	3	76	3	6
Totaux		120	2 004	51	177

Toutes ces châtaignes ont été semées en pots. Les plants qui en sont issus seront ultérieurement inoculés par des cultures de *Phytophthora*, en vue de déceler , parmi eux, les types résistants.

POLYPLOIDIE EXPÉRIMENTALE ET NATURELLE

Se basant sur les réalisations obtenues avec la betterave sucrière et le peuplier-tremble, où les types triploïdes présentent une plus grande vigueur, il a été envisagé d'appliquer ce fait au châtaignier : le but, obtenir des plants résistant à l'Encre par la recherche et la création de triploïdes présentant une croissance plus rapide que les types normaux. L'observation des triploïdes se fait, dans la descendance d'un hybride, entre un type tétraploïde et un type diploïde.

Pour provoquer la polyploïdie, on a utilisé le traitement à la colchicine, d'une part, de bourgeons et, d'autre part de châtaignes en germination. Ont été traités ainsi : 1° en 1950, des bourgeons appartenant aux différents géniteurs dont dispose la Station de Brive, *C. mollissima*, *C. sativa* et issus de *C.crenata* ; 2° en 1950 et 1951, des bourgeons de 41 hybrides effectués en 1947 et 1948, choisis parmi les plus vigoureux à débourrement tardif ; 3° en 1951, 90 châtaignes en germination issues de fécondation croisée, d'autofécondation ou de fécondation libre de la récolte de 1950. Pour les bourgeons, il a été utilisé d'une part, des solutions aqueuses à 0,05, 0,1 et 0,5 % de colchicine et à 1 % d'agar-agar ; d'autre part, une pâte à base de lanoline contenant de la colchicine aqueuse à 1 %. Les bourgeons sont badigeonnés avec l'un ou l'autre de ces produits au début du débourrement, au moment où les écailles commencent à s'écarter. Pour les châtaignes, l'opération a lieu par trempage de la radicule dans une solution aqueuse à 1 % de colchicine pendant 24 heures, suivi d'un trempage à l'eau pure pendant 24 heures également. Les racines ont, en moyenne, 2 à 5 cm de long ; une précaution essentielle à prendre est d'assurer le trempage de toute la racine, les parties qui ne sont pas immergées se nécrosant rapidement à l'air.

En 1950, des chatons mâles sont nés de bourgeons traités à la colchicine. Le pollen a servi à des hybridations ou des croisements de retour dans le but d'obtenir des types triploïdes : 109 châtaignes ont été ainsi obtenues (84 de fécondation croisée et 25 de back-cross). Actuellement, 28 hybrides et 13 back-crosses sont cultivés en pots. En 1951, par pollinisation avec du pollen prélevé sur des chatons traités à la colchicine, 154 châtaignes en back-cross ont été récoltées. Des prélèvements effectués sur les coiffes des racines permettent d'évaluer le nombre de chromosomes de chacun des plants obtenus et de déceler parmi eux les triploïdes.

Selon WETZEL (39), le nombre de chromosomes , chez les espèces *C. crenata* et *C. sativa*, est de $n = 11$. D'après JARETZKY (18) ce nombre serait de $n = 12$ cependant, l'auteur note que deux de ces chromosomes sont très souvent accolés

l'un à l'autre et même soudés, ce qui donne l'impression de n'avoir que 11 chromosomes. Les types observés à la Station possèdent un nombre de chromosomes multiple de 11, mais le plus souvent de 12 (tabl. XIX).

Le tableau XIX montre, outre la réussite des traitements avec la colchicine, l'existence de polyploïdes naturels : des tétraploïdes tels que M. 8 et M. 49, chez les issus de *C. crenata* et des triploïdes tels que Noir moyen chez les *C. sativa*. Dans un semis de fécondation libre de Bourrue de Juillac (*C. sativa*), il a été observé un type tétraploïde. Dans les croisements contrôlés entre M. 8, tétraploïdes, et des diploïdes, Sauvage des Cars et M. 75, il a été obtenu des triploïdes. Il semble que la polyploïdie augmente la faculté germinative et accroît les dimensions des grains de pollen.

TABLEAU XIX

Nombre de chromosomes

Types et origines	Organe examiné	Nombre de chromosomes
a) Polyploïdes naturels :		
M. 8. x M. 8 (Issu de *C. crenata*)	Racines	2n = 44
M. 49 x 49(—)	Racines	2n = 44-46-48
Noir moyen (*C. sativa*) autofécondé	Racines	2n = 31-32-33
Aw-4 (*C. crenata* d'origine) (fécondation libre)	Racines	2n = 24
Sauvages des Cars (*C. sativa*) x M. 8 (Issu de *C. crenata*)	Ricnes	2n = 32
M. 8. (Issu de *C. crenata* x M. 75 (*C. millissima*)	Racines	2n = 32-33
Bourrue de Juillac (*C. sativa*) (fécondation libre)	Racines	2n = 44
M. 75 (*C. mollissima*)	Pollen	n = 12
M. 26 (Issu de *C. crenata*)	Pollen	n = 12
b) Polyploïdes par action de la colchicine :		
M. 2 x P. 43 (Issu de *C. crenata*)	Pollen	n = 48
M. 2 x M. 2 (Issu de *C. crenata*)	Pollen	n = 24
M. 82 (Issu de *C. crenata*)	Pollen	n = 24

Épreuve du matériel

ÉPREUVE DE LA RÉSISTANCE A LA MALADIE DE L'ENCRE

La résistance des plants obtenus doit être éprouvée par plantation en terrain fortement contaminé, c'est-à-dire à la place d'anciennes châtaigneraies détruites par l'Encre, ou encore par inoculation de la maladie selon les méthodes récemment mises au point. Nous désignons la première méthode par le terme « contamination libre » et la seconde par celui de « contamination artificielle ».

Contamination libre

Cette méthode est utilisée depuis 1946. Les plants à éprouver sont plantés dans la pépinière de Migoule près de Brive, sur l'emplacement d'une châtaigneraie détruite par l'Encre. Lorsqu'il s'agit de châtaignes, les fruits sont mis en stratification dans du sable de rivière dépourvu de calcaire puis semés à

Migoule. Une première perte a lieu en stratification sous l'action des diverses pourritures auxquelles les châtaignes sont sensibles. Bien que, dans ces pourritures, il soit possible de déceler la présence du *Phytophthora*, on ne peut attribuer cette perte en stratification uniquement à la sensibilité à l'Encre. Une deuxième élimination a lieu au cours de la levée ; une certaine partie de cette perte est attribuable au *Phytophthora* mais elle est très difficilement chiffrable si bien qu'on ne peut en tenir compte pratiquement. La plus importante cause d'échec à la levée est la fracture des ligaments qui retiennent la châtaigne germée à la jeune plantule.

En cours de végétation, l'élimination des plants sensibles se fait progressivement ; pour les plants racinés repiqués, une perte a lieu par manque de reprise, quelquefois pour d'autres causes (insectes, accidents, sécheresse, humidité excessive des mouillères) ; mais nous verrons que ces pertes sont faibles vis-à-vis de l'élimination produite par la maladie de l'Encre. Pour les plants issus de châtaignes, les chiffres suivants donnent une idée de l'importance de l'élimination, l'année du semis, par la maladie de l'Encre dans les contaminations libres. (tabl. XX).

La proportion d'Encre est donc importante sur les plants de première année de semis ; sur les plants repiqués, la perte par manque de reprise joue un rôle relativement plus important par suite de la forte élimination des types très sensibles à l'Encre les années antérieures.

Comme nous ne possédons pas de résultats de comptages précis, pour les années antérieure à 1950, en ce qui concerne la cause des pertes en pépinières, nous devons nous contenter d'enregistrer les pertes globales en cours d'année en nous rappelant que ces pertes sont dues, au minimum pour moitié, au *Phytophthora*.

Tableau XX

Importance de l'Encre dans les contaminations libres

1° Plants 2 ans (semis 1948) repiqués à Migoule en 1950 (Pièces A et B) : Plants issus de fécondation libre.

Types	Nombre de plants repiqués en 1950	morts de l'Encre en 1950	morts pour causes diverses	% Encre par rapport à la perte totale
Indigène Témoin	2 018	383	251	60,2 %
Cw — IX — I	1 256	94	101	48,2 %

2° Plants de l'année (semis 1951 à Migoule, Pièce C) : plants issus de fécondation libre.

Types	Nombre de châtaignes semées	Nombre de plants levés	morts par Encre en 1951	morts pour causes diverses	% Encre par rapport à la perte totale
Indigène Témoin	5 360	3 606	1 788	36	98 %
Cw — IX — I	15 600	10 500	1 638	29	98,7 %

Le tableau suivant table XXI donne une idée des pertes subies en différentes années par des plants de plusieurs types.

On remarquera que, pour les semis de 1947 et 1948, on ne possède pas le nombre de châtaignes semées, si bien que les pourcentages de perte sont établis par rapport au nombre de plants vivants en fin 1947 ; les pourcentages trouvés sont donc inférieurs à la réalité, quoique déjà très importants ; pour les semis 1947, l'élimination a atteint pratiquement son plein développement dès la troisième année (1949).

Si on compare l'action de l'année 1950 sur les plants provenant des semis 1948 et 1949, on voit que l'élimination est plus importante sur les plants les plus jeunes : pour l'indigène témoin, la perte est de 50 % à la fin de la deuxième année contre 33 % à la fin de la troisième année ; pour le Sauvage des Cars (Cw-IX-1), respectivement de 21 % contre 15,5 %.

Tableau XXI

Pertes globales en pépinières

Types	Nombre de plants vivants en : (plants issus de fécondation libre) Fin 1947	Fin 1949	Fin 1950	Perte % totale en :
Pépinière de Migoule				
Semis 1947 :				*3 ans*
M. 1	360	8	4	98,9
M. 2	412	16	10	97,6
M. 8	730	47	37	94,9
P. 7	223	98	77	65
S—Ki—1—1	145	38	32	77,8
Morosaglia	360	45	35	90,3
Cw—IX—I	259	?	66	74,4
Semis 1948 :				*1 an*
Indigène Témoin	»	348	1 568	33,2
Cw—IX—I	»	1 256	1 063	15,5
S. d. C. Brousse	»	1 785	1 262	29,3
	Nombre de châtaignes semées début 1949			
Semis 1949 :				*2 ans*
M. 1	611	101	58	89,7
M. 2	2 287	327	243	89,5
M. 8.	2 465	144	75	97,2
Cw—IX—I	9 509	1 938	1 531	83,6
Indigène Témoin	11 949	1 210	607	95,1
	Nombre de châtaignes semées début 1950			
Pépinière de Bassaler *Semis 1950 :*				*1 an*
M. 1	»	1 186	544	54,10
M. 2	»	6 411	3 289	48,70
M. 8	»	4 543	2 891	36,40
Cw—IX—I	»	18 974	13 137	30,80
Indigène témoin	»	7 440	4 250	48,40
S. d. C. Brousse' n° 7	»	4 379	900	79,50
S. d. C. Ceyrat	»	12 782	4 062	68,50
S. d. C. Pouch	»	21 845	3 137	85,60

Lorsqu'on possède toutes les données, on peut se rendre compte que la

plus forte élimination est celle qui se fait l'année même du semis ; ainsi pour les semis de 1949, les résultats sont indiqués dans le tableau XXII.

TABLEAU XXII

Comparaison des pertes de la 1re année et la 2e année

Variétés	Perte l'année du semis en % des chât. semées	Perte la 2e année en % des plants repiqués	Perte totale en 2 ans %
M. 1	83,5	42	89,7
M. 2	97	25,8	89,5
M. 8	94,2	48	97,2
Cw—IX—I	79,3	21	83,6
Indigène Témoin	90,1	50	91,5

Il y a donc intérêt, pour faire les éliminations le plus rapidement possible, à semer les châtaignes en sol fortement contaminé. Comparons les résultats obtenus en 1951, à Bassaler, par rapport à ceux observés, les années antérieures, à Migoule. Les lots de châtaignes proviennent des mêmes arbres repérés.

Les pertes, la première année de semis, sont plus importantes à Migoule qu'à Bassaler (tabl. XXIII).

TABLEAU XXIII

Pertes comparées à Migoule et à Bassaler, fin de la première année de semis

Types	Semis 1949 à Migoule	Semis 1950 à Bassaler
Cw—IX—I	79,3 %	38,8 %
Indigène Témoin	90,1 %	48,4 %

Le milieu de Bassaler est donc moins propice aux contaminations libres, cela vient du fait que le sol est peu contaminé. A Migoule, ancienne châtaigneraie d'indigènes morte par la maladie de l'Encre, il a été planté, en 1924-1926, des exotiques d'origine et des descendants d'exotiques. La maladie de l'Encre s'y est développée par suite de la vie saprophytique des *Phytophthora* dans la couche de matière organique provenant de la couverture formée sur le sol par les feuilles tombées des arbres et par les plantes adventices mortes, ainsi que par le développement des champignons dans les châtaignes laissées sur le sol. Ce milieu est très infecté, les champignons ayant trouvé un milieu très favorable à leur évolution. Il n'en est pas de même dans les pépinières de Bassaler, où le sol est soumis à des cultures régulières depuis de nombreuses années et n'avait pas porté de châtaigniers depuis très longtemps.

L'enrichissement en matière organique est un facteur favorable du développement de la maladie de l'Encre. C'est ainsi que l'on a pu assister à Bassaler, en 1951, à une forte attaque de la maladie de l'Encre due à des conditions fortuites. Des reliquats de lots de plants ont été plantés en mélange sur un emplacement ayant reçu accidentellement une énorme quantité de purin. Les plants ont eu un développement exubérant ; mais à l'arrachage, il a été constaté que leur système radiculaire était entièrement détruit par l'Encre, fait dû à la

richesse du sol en matière organique qui a permis un développement abondant et une attaque massive.

Dans la pépinière de Lalevade d'Ardèche, vieille pépinière, les pertes sont relativement plus importantes que dans celle de Migoule. Le tableau XXIV indique le pourcentage de pertes pour les lots de plants provenant de semis faits en 1949, replantés, une partie à Lalevade d'Ardèche et une partie à Migoule.

Cependant, il faut remarquer que la pépinière de Lalevade est plus sèche que celle de Migoule, et que, d'autre part, le pourridié (*Armillaria*) y fait beaucoup de dégâts ainsi que les vers blancs. En fait, les pourcentages de mortalité plus élevés, observés à Lalevade d'Ardèche, sont dus, en grande partie, à l'action de ces derniers faits et ne peuvent être impliqués, en totalité, à la maladie de l'Encre.

TABLEAU XXIV

% de pertes

Types.	Lalevade	Migoule
Sauvage des Cars Brousse	68,5 %	36,1 %
Sauvage des Cars Ceyrat	65,8 %	28,8 %
Sauvage des Cars Migoule	75	21 %

Un autre fait est à signaler. Les types d'origine *C. sativa* présentent, dans la période de jeunesse, un intense développement du système radiculaire. Il arrive que des plants, bien que très sensibles à la maladie de l'Encre, présentant à l'arrachage un système radiculaire très atteint, ne manifestent, sur l'appareil aérien, que de très légers signes de maladie.

TABLEAU XXV

Pertes en contamination libre et en contamination artificielle

Types.	Perte en 4 ans de contamination libre en % de plants existant la 1re année.	Perte en inoculation en % des plants existant la 1re année où des comptages ont été effectués	Perte totale.
Semis 1947 :			
M. 1	98,9	0	98,9
M. 2	97,6	0	97,6
M. 8	94,9	0,85	95,75
P. 14	92,5	0,90	93,4
P. 43	93,9	3,65	97,55
M. 26	94,1	2,50	96,50
M. 10	90,5	0	90,5
M. 15	96,4	0	96,4
*Morosaglia	90,3	9,70	100
*Arrezzo	86,0	14,00	100
*S—Ki—1—1	77,8	5,60	83,40
*Cw—IX—1	74,2	6,00	80,2
Semis 1950 : Perte en 1 an :			
*Sauvage des Cars Brousse n° 7	79,5	17,1	96,6

* = Descendance de *C. sativa*.

Dans un terrain très contaminé, pour éliminer les plants sensibles presque totalement, il faut poursuivre les travaux pendant 4 ans. Sur les plants restants, soit par suite d'une sensibilité plus faible, soit par suite d'un examen imparfait du système radiculaire, il reste encore une certaine proportion de sensibles, d'où intérêt de les soumettre à l'infection artificielle.

Contamination artificielle

Les contaminations artificielles, par inoculation du parasite sur les racines et le collet des plantes, ont été pratiquées d'abord en 1950 puis sur une très grande échelle en 1951.

La nécessité de la contamination artificielle peut être facilement entrevue en évaluant les pertes qu'elle a infligées à des lots de plants ayant résisté à 4 ans de sélection en contamination libre (tabl. XXV).

Après 4 ans de culture en terrain contaminé (semis 1947), pour les descendances de certains types il ne reste que des plants résistants ; il en est ainsi pour M_1, M_2, M_{10}, et M_{15}. Pour d'autres, le pourcentage de plants sensibles varie de 0,85 à 14. Il est remarquable que ce phénomène est particulièrement accentué dans le cas des *C. sativa* ; ceci est dû au facteur vigueur du système radiculaire ainsi que nous l'avons signalé précédemment.

La contamination artificielle permet donc d'éliminer les plants sensibles restant après contamination libre. Les pourcentages, évalués par rapport au nombre de plants existant la première année où des comptages ont été faits, ne mettent pas en lumière la proportion de plants sensibles restant après contamination libre. Par exemple, on a, pour le lot de Sauvage des Cars Brousse, une perte en inoculation de 17 %, par rapport au nombre de châtaignes semées, qui semble donc assez peu importante, mais cette perte représente 83 % des plants existant au début de 1951. On a en effet :

Nombre de châtaignes semées en 1950	4.379
Nombre de plants existant au début 1951	900
Nombre de plants existant en fin 1951 après inoculations	150

Méthodes d'inoculation

1° Inoculation des plants. — Les premières inoculations furent effectuées en 1950 par dépôt de mycélium, extrait de cultures pures sur gélose peptonée et glucosée, entre le bois et l'écorce, sur le cambium du collet de plants de 3 ans.

L'opération était conduite de la manière suivante : on décolle une languette d'écorce, mettant le cambium à nu par une incision faite de haut en bas au collet de l'arbre ; on introduit le mycelium avec une petite spatule de fil de fer et on l'étale avec le peu de gélose qui y adhère sur toute la surface de la plaie. On recolle la languette en ligaturant avec une bandelette de coton pour main-

tenir l'humidité autour du collet. On butte fortement et on arrose fréquemment pendant les 8 jours suivant l'inoculation. Cette méthode est laborieuse et pénible lorsqu'il faut contaminer plusieurs milliers de plantes ; aussi avons-nous mis au point, en 1951, une méthode plus rapide.

L'inoculum est constitué par du mycelium de *Phytophthora Cinnamomi* (Souche A. 7, isolée dans l'Ardèche) mélangé à la gélose sur laquelle il a été cultivé et finement broyé au broyeur à hélices. On le dilue avec un volume égal de solution de LEONIAN et GEER (composition donnée par URQUIJO) (36). La vitalité du champignon dans l'inoculum est éprouvée à chaque préparation en ensemençant un tube de milieu de LEONIAN par une goutte d'inoculum. Les développements purement pathologiques de la méthode seront exposés dans un autre mémoire. L'inoculum est ensuite introduit dans le cambium au moyen d'une seringue hypodermique pourvue d'une aiguille de 15 /10 mm de diamètre, pour les plants jeunes, ou au moyen d'une seringue fabriquée spécialement et munie d'une aiguille en acier de 3 m /m de diamètre, pour les plants âgés et vigoureux. L'introduction de l'inoculum se fait en soulevant légèrement l'écorce avec la pointe en biseau de l'aiguille puis en faisant glisser l'aiguille le long du cambium. L'écorce ne se déchirant pas complètement, il n'est pas besoin de faire la ligature ni de mettre de coton.

Il est possible, par ce procédé, à un opérateur et un aide dégageant le collet des plants, de contaminer plus de 500 plants par jour.

Les résultats de l'inoculation peuvent être constatés après environ 1 mois. Chez les plants sensibles, la cicatrice d'inoculation devient rapidement brune puis noire ; souvent l'écorce, au-dessus et au-dessous du point d'inoculation, devient entièrement noire ; finalement la plante présente une lésion noire s'étendant depuis la partie aérienne où elle peut remonter à 10 cm au-dessus du sol, jusqu'à 20 cm de profondeur sur les racines principales. En général, la lésion n'intéresse que la moitié de la circonférence du côté où a eu lieu l'inoculation. Parfois, cependant, les lésions sont interrompues par des bandes de tissus, sains d'apparence extérieure ; dans ce cas la lésion ne se continue pas toujours sur la même génératrice mais est légèrement décalée latéralement. Parfois, après plusieurs interruptions successives, la lésion se continue du côté opposé à celui où a lieu l'inoculation. Sur de telles plantes, il est facile de voir que les lésions, en apparence interrompues, sont en continuité par l'intermédiaire du cambium qui peut être entièrement détruit sans que l'écorce soit atteinte. Des cas semblables se rencontrent dans les inoculations de certains types de *C. sativa*, en particulier sur les descendances de Bourrue de Juillac. La lésion d'inoculation forme un bourrelet cicatriciel de part et d'autre de la fente produite, par le déchirement de l'écorce ; ce bourrelet semble être sain et indemne de champignon mais, entre les deux lèvres de la plaie, et au dela on peut voir que le cambium est entièrement détruit sur une longueur pouvant atteindre 20 cm sans que l'écorce présente la moindre trace extérieure de la maladie.

Lorsque la destruction du cambium a atteint le niveau de ramification des

racines, celles-ci sont atteintes à leur tour et l'écorce est, en général, détruite avec apparition de la couleur noire caractéristique de l'Encre.

Du point de vue pratique, on classe les lésions d'inoculation en 3 types :

1° Lésions notées (+) : plaies d'inoculation avec bourrelets cicatriciels non envahis par le champignon. Pas de taches brunes ni sur le bois, ni dans l'écorce, dans les deux premiers centimètres autour de la plaie d'inoculation

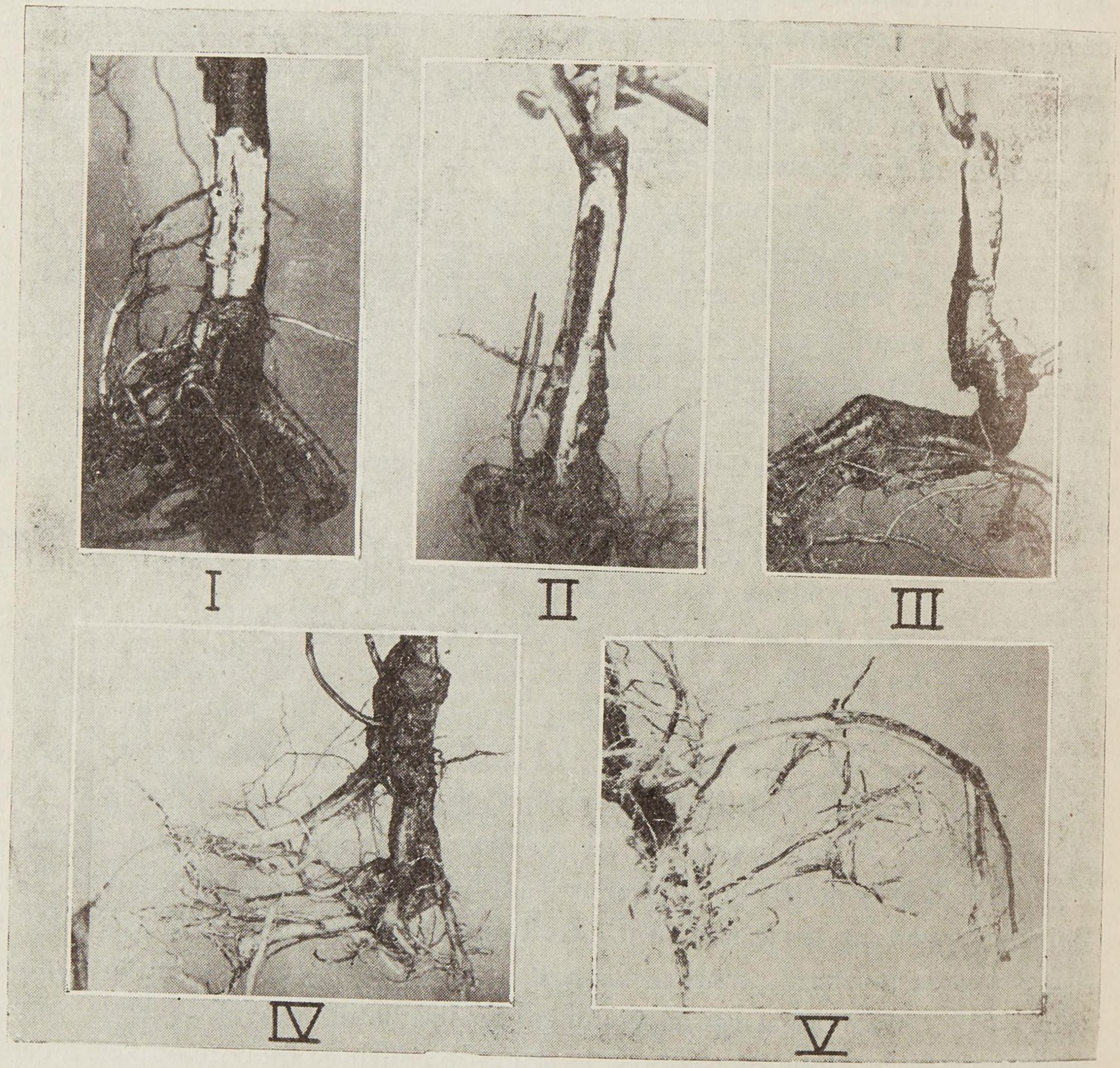


FIG. 25. — Lésions d'inoculation de *Phytophthora*.
(I), lésion du type (±) ; (II), lésion du type (—), écorce non atteinte ; (III), lésion du type (—), écorce atteinte ; (IV et V), taches d'Encre sur le système radiculaire en relation avec les lésions d'inoculation.

aussi bien au-dessus qu'en dessous ou sur les côtés. Cette réaction est considérée comme un signe de résistance de la plante. Chez les types *C. sativa*, le bourrelet à une surface mamelonnée avec une subérification superficielle très peu prononcée ; chez les exotiques et issus d'exotiques, le bourrelet a la surface lisse et très fortement subérisée.

2° Lésios notées (±) (fig. 25) : plaie d'inoculation comme dans le type précédent mais avec apparition de nodules ou de stries brunes ne s'étendant pas

au-delà de la zone de 2 cm autour de la lésion. Ce type paraît devoir être dû à une résistance partielle de la plante qui, bien que sensible au parasite, arrive cependant à limiter l'extension du champignon par des mécanismes encore inconnus.

3° Lésions notées (–) (fig. 25) : plaie d'inoculation avec ou sans bourrelets cicatriciels, cambium bruni ou noirci sur plusieurs centimètres autour de la lésion, écorce parfois détruite et colorée de noir. Cette réaction est un indice de sensibilité de la plante. Les plantes de ce type meurent en grand nombre au cours de végétation ; mais, chez les types à fort enracinement, il ne se manifeste aucun symptôme dans l'année.

Afin d'avoir un moyen supplémentaire de vérification, on procède, lors de l'arrachage, à l'examen du système radiculaire. Les inoculations étant faites en pépinières où le sol est fortement contaminé, les plants sensibles présentent le plus souvent des lésions noires sur les racines de faible diamètre. On peut donc avoir, dans certains cas, une confirmation partielle de la résistance ou de la sensibilité. Pratiquement, les résultats de l'examen du système radiculaire sont notés par les symboles (E) ou (S) selon la présence ou l'absence de lésions d'Encre sur les racines.

L'examen des lésions d'inoculation et du système radiculaire est indispensable au moment de l'arrachage pour transplantation de plants de pépinière. On aura donc 6 classes d'observations notées respectivement selon les 2 réactions inoculation et système radiculaire : (+ S), (± S), (— S), (– E), (± E), (+ E).

Seule la classe (+ S) représente les plants à considérer comme résistant à l'Encre ; la classe (± S) représente les plants semi-résistants ou semi-sensibles que l'on conserve pour examen ultérieur. Toutes les autres classes sont à éliminer de la sélection car elles possèdent toutes des signes de sensibilité.

La classe (— S) est celle des plantes sensibles pour lesquelles des conditions fortuites ont fait que les racines n'ont pas subi de contamination naturelle venant du sol.

Seule la classe (+ E) marque une contradiction entre les réactions à l'inoculation et le système radiculaire. En effet, si le système radiculaire a des lésions d'Encre, c'est que la plante est sensible et par conséquent la lésion d'inoculation devrait être du type ± ou du type — ; il y a donc eu mauvaise inoculation (inoculation faite trop haut, inoculum mauvais, piqûre trop superficielle ou erreur matérielle de l'opérateur).

Le tableau suivant donne une idée du nombre de lésions dans chaque classe de réactions ; il montre qu'en général la correspondance entre la réaction à l'inoculation et celle du système radiculaire est très satisfaisante (majorité des classes + S et — E) (tabl. XXVI).

2° Inoculation des châtaignes. — A la suite de recherches effectuées en 1950 puis en 1951, on a pu mettre en évidence la sensibilité des cotylédons de la châtaigne au *Phytophthora Cinnamomi* et au *P. cambivora*. Lorsqu'on introduit

Tableau XXVI

1951. Inoculation des plants de semis 1947

Type.	Nombre de plants dans les classes.					
	+ S	± S	— S	— E	± E	+ E
S—Cw—IX—1	36	11	1	7	3	2
S—Cy—XI—1	425	51	9	51	55	6
M. 40	26	1	2	4	1	
P. 7	19		13	12	4	1
S—Ki—1—1	3	1		13	7	
Morosaglia		2	2	21	7	
Arrezzo				16	1	
Prades (Ardèche) (plants récoltés en 1949)	1	6	2	15	18	

un petit fragment de mycelium dans la portion supérieure des cotylédons, près de la radicule, le champignon développe ses filaments mycéliens dans les tissus cotylédonnaires et y provoque une pourriture brune claire qui s'étend autour du point d'inoculation, gagne les ligaments reliant les cotylédons à la plantule et atteint finalement cette dernière qui devient brune foncée à noire. Il est possible de réisoler le champignon des lésions, ce qui confirme son action pathogène. Chez certains types, le pourcentage de châtaignes pourrissant à la suite de la contamination, est assez faible, alors qu'il est beaucoup plus important chez les types connus pour leur sensibilité à l'Encre (Indigène Témoin). Ceci indique que les types résistant à l'Encre manifestent leur caractère dès le stade embryonnaire.

Il est nécessaire d'établir le parallélisme entre la sensibilité au stade embryonnaire et la sensibilité au stade adulte. A cet effet, des lots de 300 châtaignes, après triage, ont été divisés en 3 lots de 100. Un premier lot a été contaminé en 1950 avant stratification, par inoculation de mycelium dans les cotylédons. Un second lot a été contaminé par mise en stratification dans du sable de rivière mélangé avec du mycelium de *Phytophthora cambivora* et de P. *Cinnamomi*. Le troisième lot, servant de témoin, a été mis en stratification dans du sable de rivière sans addition de mycelium. En 1951, avant le semis, on a compté les pertes par pourriture brune dans les trois lots. Les châtaignes saines ont été ensuite semées par lots séparément. Au moins de juin 1951, tous les plants qui en étaient issus ont été contaminés artificiellement par la méthode précédemment décrite. On peut comparer les pertes exprimées en % des divers lots en stratification et en inoculation des plants, dont les données sont indiquées dans le tableau XXVII.

La bonne concordance des deux méthodes peut être déduite du fait que la majeure partie de la perte totale a lieu, en stratification pour le lot contaminé, au stade embryonnaire, et en inoculation de plants pour le lot témoin ; dans les 2 cas, la perte totale est à peu près la même pour les 2 lots. L'inoculation des châtaignes a donc la même valeur que l'élimination de types sensibles par la contamination de plants qui en sont issus ; la méthode a donc une valeur pratique pour la sélection. On remarque que, pour certains lots, la perte est plus

Tableau XXVII

Pertes en stratification et en inoculation (en % du nombre de châtaignes de départ)

Types.	Perte en stratification.	Perte en inoculation.	Perte totale.
Aw—1 :			
T	7	10	17
S	12	4	16
C	14	5	19
Aw—2 :			
T	8	4	12
S	8	1	9
C	13	7	20
Cw—III—1 :			
T	13	6	19
S	17	9	26
C	20	0	20
Cw—V—1 :			
T	8	5	13
S	10	5	15
C	28	3	31
Cw—VIII—1 :			
T	7	19	26
S	14	17	31
C	13	10	23
Cw—IX—1 :			
T	8	24	32
S	6	13	19
C	21	6	27
Cy—IX—1 :			
T	1	26	27
S	1	29	30
C	4	20	24
Bourrue de Juillac :			
T	39	16	55
S	52	35	87
C	44	40	84

T = Lot témoin ; S = Stratification en sable contaminé ; C = châtaignes inoculées.

forte dans le cas du lot contaminé au stade embryonnaire ; c'est le cas général pour toutes les variétés sensibles à la pourriture noire de la châtaigne ; il est vraisemblable que, dans ce cas, la contamination crée une porte d'entrée supplémentaire à la pourriture noire (cas du Cw-V-1). Le lot contaminé par l'intermédiaire du sol a un comportement intermédiaire, l'élimination en stratification est moindre que pour le lot *C* mais plus faible que pour le lot *T* ; c'est l'inverse pour la perte en inoculation de plants.

La méthode de contamination des châtaignes permet donc de réaliser une bonne élimination des types sensibles à l'Encre ; son intérêt pratique est très grand parce qu'elle permet de travailler pendant l'hiver et de gagner une place considérable dans l'exécution des semis. De plus, l'emploi des inoculums, obtenus par broyage, a permis de mettre au point une technique rapide d'inoculation dont le rendement est élevé (plus de 150 000 châtaignes ont été inoculées en 1951 entre le moment de la récolte et la mise en stratification).

ÉPREUVE DE LA RÉSISTANCE A L'ENDOTHIA

La maladie du Chancre du châtaignier due à l'*Endothia parasitica* ne s'étant pas encore introduite en France, il n'est pas possible de soumettre les plants à des contaminations naturelles ou artificielles en pépinière ; l'introduction de germes en pépinière risquant de propager la maladie de façon catastrophique sur les plantations avoisinantes. Il n'est donc permis d'envisager, pour l'instant, que de confier les plants à éprouver à des pays étrangers où ils peuvent être mis en pépinière dans des zones d'*Endothia*. A cet effet, nous avons réussi à obtenir l'accord et la collaboration de A. PAVARI et de BIRAGHI de la Station d'études castanéicoles de Florence (Italie), et de GRAVES de la Station d'amélioration du Connecticut (U. S. A.) qui ont accepté de soumettre les plants fournis aux contaminations naturelles dans leurs pépinières.

Malheureusement, cette méthode ne permet pas de tester systématiquement un grand nombre de plants ; aussi avons-nous pensé qu'il serait possible de contaminer les plants en serre dans un milieu éloigné de toute châtaigneraie et avec toutes les précautions voulues pour éviter les risques de propagation de la maladie à l'extérieur. Les précautions à prendre sont : l'isolement de la serre, la discipline du personnel, l'inoculation des plantes par blessure sur le bois de 2 ans avec une protection par enrobage de la plaie sous des bandelettes de chatterton pour éviter le contact du champignon avec les eaux d'arrosage ou les opérateurs, la destruction des plantes en entier avant la fructification des chancres, et de toutes les plantes ayant séjourné dans la serre où ont eu lieu les contaminations. Les types éprouvés peuvent être repris de greffe par prélèvement de greffons avant l'inoculation. Enfin, en travaillant pendant les mois d'hiver, on abaisse encore les chances de contamination du milieu extérieur.

A cet effet, nous avons étudié les conditions de mise en végétation des châtaigniers en serre pendant l'hiver. Les plantes, mises en pot en novembre 1951, après la chute des feuilles, ont été rentrées en serre à la température moyenne de 7° pendant 16 jours ; puis de 16° pendant 30 jours avec un éclairement artificiel complémentaire à la durée du jour, par fluorescence d'intensité de 200 lux, afin de porter la durée d'éclairage naturel et artificiel à 11 heures ; puis, pendant 25 jours, à 13 heures. Elles ont été ensuite mises en serre chaude aux alentours de 20° avec 13 heures d'éclairage. Le débourrement s'est produit le 25 janvier 1952 ; il était général sur tous les types étudiés. Le graphique 26 donne les caractéristiques de température et d'éclairage pour deux lots de plantes rentrés successivement en serre froide, puis en serre tempérée et enfin en serre chaude. L'inoculation a lieu avant le débourrement par la méthode employée par BIRAGHI. On introduit un fragment de mycelium, provenant d'une culture sur gélose quaker, entre le bois et l'écorce après avoir fait une incision de haut en bas de façon à soulever une languette d'écorce de 2 à 3 cm de long. On maintient la languette appliquée contre la plaie recouverte d'une petite

épaisseur de papier humide, en la serrant avec des bandelettes de chatterton. Le papier buvard humide est destiné à maintenir l'humidité afin de favoriser le développement du champignon. Les résultats sont visibles à peu près au bout d'un mois, ce qui permet de faire plusieurs inoculations successives sur les types

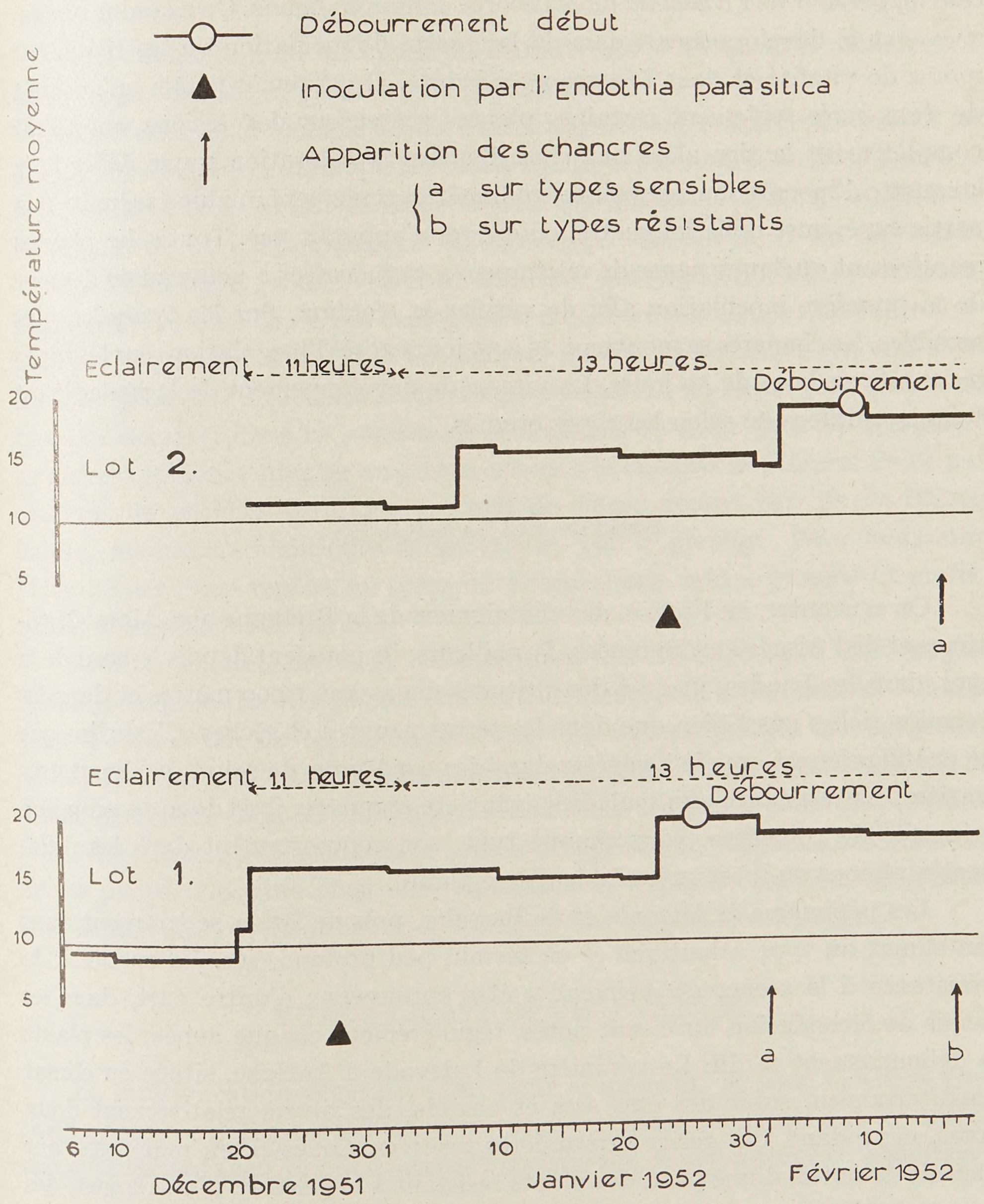


FIG. 26. — Diagramme de débourrement du châtaignier en serre.

paraissant résistants, entre la fin de la végétation normale et le mois d'avril suivant. Un même type déjà éprouvé pour sa résistance à l'Encre peut donc être éprouvé dans la même année pour sa résistance à l'*Endothia*. Les résultats d'inoculation peuvent être appréciés par la méthode de GRAVES (15) qui note le développement du mycelium à partir de la lésion d'inoculation ; il faut, dans ce

cas, attendre la formation d'un cal autour du chancre pour pouvoir déterminer la classe de réaction. Il doit être possible de savoir plus rapidement à quelle catégorie appartient la plante étudiée en examinant au bout de deux mois l'extension prise par la coloration rouge caractéristique qui accompagne le développement de l'*Endothia* dans l'écorce chlorophylienne. On examine successivement le développement dans la languette d'inoculation où les tissus ont moins de vitalité et dans l'écorce avoisinante. Il est remarquable qu'au bout de deux mois seulement certaines plantes présentent des lésions entourant complètement la tige alors que chez d'autres la coloration rouge déborde la languette d'inoculation de quelques millimètres seulement, ou bien se limite à la partie supérieure de la languette, ou encore n'apparaît pas. Toutes les plantes manifestant quelques signes de résistance, sont inoculées à nouveau en dessous de la première inoculation afin de vérifier la réaction. Sur les types les plus sensibles, les chancres se montrent 25 à 35 jours après l'inoculation ; sur les types résistants au bout de 50 jours. La vitesse de développement de la maladie est donc très différente selon les types étudiés.

ESSAIS ÉCOLOGIQUES

On rencontre, en France, des châtaigniers de la Bretagne aux Alpes -Maritimes et de l'Alsace aux Pyrénées. Par ailleurs, ils poussent depuis le bord de la mer, dans les Landes, jusqu'à des altitudes dépassant 1 000 mètres et dans les terrains riches aussi bien que dans les terres pauvres et sèches. C'est dire que le châtaignier est appelé à végéter dans des conditions de sol et de climat très variées. La résistance aux maladies ayant été éprouvée, il est donc de première nécessité de connaître, pour chaque type, son comportement dans les différentes régions où il est susceptible d'être planté.

Les pépinières de Migoule et de Bassaler, près de Brive, se trouvent dans un climat du type atlantique et en terrain peu profond, sec. La rusticité, la résistance à la sécheresse peuvent y être éprouvées ; d'autre part, dans les semis de fécondation libre sont notés, régulièrement chaque année, les plants à débourrement tardif. La pépinière de Lalevade d'Ardèche, située en climat méditerranéen, subit des étés secs et chauds, des hivers relativement doux avec, cependant, des gelées printanières tardives. Celles-ci, en mai 1951, ont permis de noter, d'une part, des plants résistant à la gelée et, d'autre part, des plants à débourrement tardif échappant à la gelée.

Ces deux localisations ne sont que l'embryon d'un vaste réseau de champs de comportement régionaux qui se trouveraient situés dans le Pays Basque, les Cévennes, les Alpes Maritimes, la Bretagne, la Corse. Placés dans les régions fruitières actuelles, ils permettront de déterminer les types à aptitude nettement fruitière ; placés en altitude, de déterminer les types résistant aux froids, à grande vigueur, donc, destinés aux peuplements forestiers. Éprouvés aux

maladies, reconnus adaptés écologiquement, les types résistants pourront être alors, en toute garantie, multipliés sur une grande échelle pour la vente.

Multiplication du matériel

Après avoir obtenu les types présentant toutes les qualités recherchées, on se trouve devant le problème de les multiplier.

Les études de la biologie florale du châtaignier ont montré que celui-ci est une plante allogame, entomophile et anémophile. Tout individu est un hybride, la fécondation croisée étant la règle ; donc il est difficile de parler de variétés de châtaignes ou de châtaigniers au sens génétique du terme. Il est cependant courant de désigner, sous le nom de variétés, des populations plus ou moins homogènes, ou bien des types écologiques, ou encore des clônes que l'on reproduit par le greffage. Des types écologiques ou écotypes ont pu être observés dans les taillis de l'Ardèche où une sélection naturelle a permis à un groupe de types de dominer dans les conditions écologiques où il est placé et d'éliminer les autres types mal adaptés ou plus sensibles à la maladie de l'Encre. En ce qui concerne les variétés fruitières, il s'agit de clônes définis par des traditions locales, maintenus identiques à eux-mêmes par le greffage. Pour maintenir l'identité des types repérés au cours des prospections, seul le procédé de multiplication végétative le permet.

Pour le reboisement et la reconstitution des châtaigneraies, il n'est pas besoin de reproduire des plants strictement identiques à eux-mêmes, mais il suffit d'obtenir une descendance présentant les mêmes qualités que les plants de départ. Pour cela on pourra les multiplier par voie sexuée en les laissant à la fécondation libre dans les châtaigneraies où seuls, les plants retenus, pourront intervenir comme pollinisateurs et comme récepteurs de pollen. La descendance de ces plants constitue ainsi une population de types à caractères généraux bien définis que l'on peut considérer comme une variété synthétique.

MULTIPLICATION VÉGÉTATIVE

La multiplication végétative est, pour le moment, la seule méthode employée pour assurer la reproduction des types retenus. Des essais ont été entrepris à Brive, dès 1946, et ont concerné le bouturage, le marcottage et le greffage.

Bouturage

Les tentatives faites en Espagne par URQUIJO (33) (34) et en Amérique par GRAVES (15) pour reproduire le châtaignier de bouture, se sont révélées infructueuses jusqu'à ce jour. Les essais repris à la Station de Brive ont confirmé ces résultats négatifs.

Les boutures prises sur des rejets de souches avaient été façonnées en boutures de base, à talon ou à crossette (20-25 cm de long), en boutures de plein rameau et en boutures de tête avec une coupe sous un œil et coupe entre méri-thalles, enfin en boutures de rameaux fructifères. Trois milieux ont été utilisés : milieu acide à base de tourbe, sable de rivière décalcifié et terre d'alluvion ; 4 000 boutures ont ainsi été traitées. Des observations faites, il ressort :

1° Qu'il se forme un bourrelet cicatriciel assez important sur les boutures à talon et les boutures de rameaux fructifères, moins important sur les boutures de plein rameau, nul sur les boutures de sommet ;

2° Qu'au débourrement, des petites tiges feuillées, de 5 à 10 cm de long, apparaissent sur les boutures à talon ; elles atteignent 1 à 2 cm ou ne se forment pas sur les boutures de plein rameau ; elles sont nulles sur les boutures de sommet et de rameaux fructifères ;

3° Que les boutures se maintenant le plus longtemps sont celles placées dans le milieu acide à base de tourbe.

Sur l'ensemble des 4 000 boutures, 5 boutures seulement ont émis quelques racines, une à deux au plus par bouture, trop faibles pour permettre la reprise en plantation. Elles n'ont été constatées que sur des boutures à talon. Les traitements aux hormones à base d'acide α naphtyl-acétique et acide β indolacétique, n'ont pas amélioré la formation des racines.

Aux États-Unis, Bretz et Swingle, appliquant à un hybride de châtaignier les procédés de bouturage utilisés pour différentes espèces d'ormes, sont parvenus à obtenir un bon enracinement avec des boutures de feuilles. Mettant en application les données fournies par les travaux de Stoutemyer et Close(30), ils ont démontré que le bouturage n'est possible qu'en procédant en serre à une température de 15°5-20° et dans une atmosphère saturée d'eau ; cette dernière condition est indispensable pour maintenir la turgescence des boutures jusqu'à l'émission de nouvelles racines. Le bassinage est insuffisant et le seul procédé, ayant donné des résultats intéressants, est le maintien des boutures dans un brouillard obtenu par atomisage d'eau sous pression. La multiplication a lieu dans des chambres complètement isolées de la lumière du jour, mais fortement éclairées par des tubes luminescents, d'intensité comprise entre 200 et 400 lux.

Le bouturage paraît n'avoir été fait, en ce qui concerne les châtaigniers, qu'avec des boutures de feuilles comprenant, outre le limbe, le bourgeon axiliaire et un fragment de rameau. L'enracinement est important mais le plant obtenu ne développe pas de tiges à partir de son bourgeon axiliaire au cours de la saison où les racines sont obtenues. Des essais seront entrepris en vue d'appliquer cette méthode à la multiplication végétative du châtaignier.

Marcottage

Le marcottage donne de bien meilleurs résultats. En Espagne, Urquijo tente sans résultat le marcottage, en milieu de tourbe, sur les branches hautes

de l'arbre ; mais en procédant avec de jeunes rejets recourbés et enterrés de manière à ne laisser que la pointe à l'air libre, il obtient 20 % de marcottes racinées en quatorze mois.

Au Portugal, GUERREIRO (17) a pu obtenir l'enracinement en buttant, dans un milieu de sable et de terreau, des jeunes rejets présentant une lignification suffisante, sans être trop avancée, et en pratiquant des incisions annulaires ou des incisions longitudinales de l'écorce, ou l'étranglement de la base au fil de laiton ; la proportion de rejets racinés a été, respectivement, de 7 %, 28 % et 46 %. Par simple buttage, il obtient 10 %. Le procédé avec étranglement est donc celui qui fournit le nombre le plus élevé de plants racinés avec un système radiculaire très développé.

En France, MARCEL (23), procédant par marcottage en archet avec incisions, a obtenu un enracinement à la fin de la deuxième année. Par marcottage à long bois avec buttage en milieu acide, il obtient 75 % de plants racinés dès la première année.

A la Station de Brive, la multiplication asexuée se fait par marcottage en cépée avec étranglement. En 1947, 63 plants furent mis en place, recépés à 15 cm du sol. Les rejets obtenus furent buttés soit avec de la tourbe, de la terre ou du sable ; à la base des rejets, des incisions longitudinales de l'écorce ont été pratiquées ou un étranglement au fil de fer. Les résultats obtenus montrent que ce dernier procédé, combiné au buttage dans la tourbe, fournit le plus de plants racinés (tabl. XXVIII).

TABLEAU XXVIII

Marcottage du châtaignier

Nature des traitements appliqués.	Souches traitées.	Souches présentant des marcottes enracinées.	% d'enracinement.	Souches mortes en végétation.
Buttage à la tourbe	15	4	33 %	3
Buttage à la tourbe avec incisions longitudinales	12	3	27 %	1
Buttage à la tourbe avec étranglement au fil de fer	9	7	87,5 %	1
Buttage à la terre de jardin	14	5	36 %	2
Buttage au sable avec incisions longitudinales	13	4	30 %	2

En 1948, les souches rebelles à l'enracinement furent rabattues au ras du sol ; les rejets de l'année étranglés au fil de fer et buttés à la tourbe. Au sevrage, on pouvait noter un bon enracinement de tous les rejets. En 1951, une souche de M.15 (issu de *C. crenata*) dont les rejets avaient été étranglés et buttés en juin 1950 a donné : 71 rejets étranglés, fortement enracinés, de vigueur variable ; 10 rejets étranglés non racinés ; soit donc une proportion de 88 % de rejets bien racinés avec racines bien aoûtées et chevelu abondant.

Utilisant maintenant cette méthode de façon courante et sur une grande échelle, on procède de la façon suivante : s'il s'agit d'un arbre repéré, il est tout

d'abord repris de greffe. Le greffage a lieu à 10-15 cm du sol pour faciliter les opérations ultérieures de buttage. On greffe en fente, en écusson ou en couronne selon les dimensions du porte-greffe et l'époque de greffage. Les pousses de

FIG. 27. — Marcottage du châtaignier : souche avec rejets racinés en un an, racines bien aoûtées et chevelu abondant.

l'année, produites par le greffon, sont étranglées à la base, courant juin, avec une ligature simple de fil de fer recuit de 1,5 à 2 mm de diamètre ; cette ligature doit être ferme, mais néanmoins souple, pour provoquer un ralentissement dans la circulation de la sève à son niveau et non un arrêt total qui entraînerait la mort du rejet.

Quand l'étranglement commence à se manifester, courant juillet, les rejets sont buttés avec un mélange de terre et de tourbe de manière à recouvrir la ligature de quelques centimètres seulement. Au fur et à mesure de la croissance des rejets, le buttage est complété jusqu'à enterrer la ligature dans 20 cm de terre. Un buttage trop fort et trop rapide entraînerait un étiolement trop prononcé de la base des rejets ; l'émission des racines se ferait avec plus de difficulté. Les seuls soins à donner pendant cette période de l'année sont les désherbages et l'entretien de l'humidité dans les buttes par des arrosages en périodes sèches et chaudes. Après un ou deux ans de végétation, il est procédé à l'enlèvement des marcottes bien racinées ; celles ayant des racines insuffisamment développées sont laissées en place pour être enlevées l'année suivante. Les marcottes obtenues peuvent servir à faire de nouveaux pieds-mères ou être mises en pépinière pour la production de plants. Pour constituer un pied-mère, la marcotte est rabattue à 15-20 cm du sol et les rejets produits sont traités comme ceux du greffon originel. L'opération peut ainsi se répéter plusieurs années (fig. 27-28).

Les conditions pratiques à un bon enracinement sont :

1° Opérer sur des rejets de l'année, suffisamment développés pour supporter sans dommage les opérations d'étranglement.

2° Procéder à l'étranglement des rejets, à la base des rameaux avec une ligature ferme mais non brutale pour provoquer à son niveau un ralentissement dans la circulation de la sève élaborée, condition très favorable à l'émission de nouvelles racines.

3° Butter les rejets étranglés avec un milieu acide et meuble (terre et tourbe) et accroître le buttage au fur et à mesure de leur croissance afin de maintenir et de développer l'étiolement de leur base.

4° Maintenir les buttes à une humidité élevée surtout en période sèche.

L'aptitude à l'enracinement est variable selon les espèces. Les types de *C. sativa* racinent en général mieux que les *C. crenata*, et ceux-ci mieux que les *C. mollissima*. Cependant, à l'intérieur de chaque espèce, de grandes variations existent entre les différents types : elles vont d'un enracinement relativement facile et abondant à un enracinement difficile et pratiquement nul. On peut rapprocher ces faits de ceux observés sur les espèces fruitières en général où il existe des types présentant des aptitudes différentes à la multiplication végétative.

La rapidité à l'enracinement est variable également selon les types. Certains peuvent donner, dès la première année, des marcottes bien racinées avec chevelu abondant. D'autres, tout en racinant bien dans le même temps, ne donnent que des racines faibles ou mal aoûtées, trop fragiles pour résister à une tansplantation ; il faut les maintenir sur place une deuxième année pour que le chevelu se développe et que les racines s'aoûtent.

A Lalevade d'Ardèche, il a été permis d'observer l'aptitude du marcottage sur des descendances de fécondation libre, issus d'exotiques : *C. crenata* et *C.*

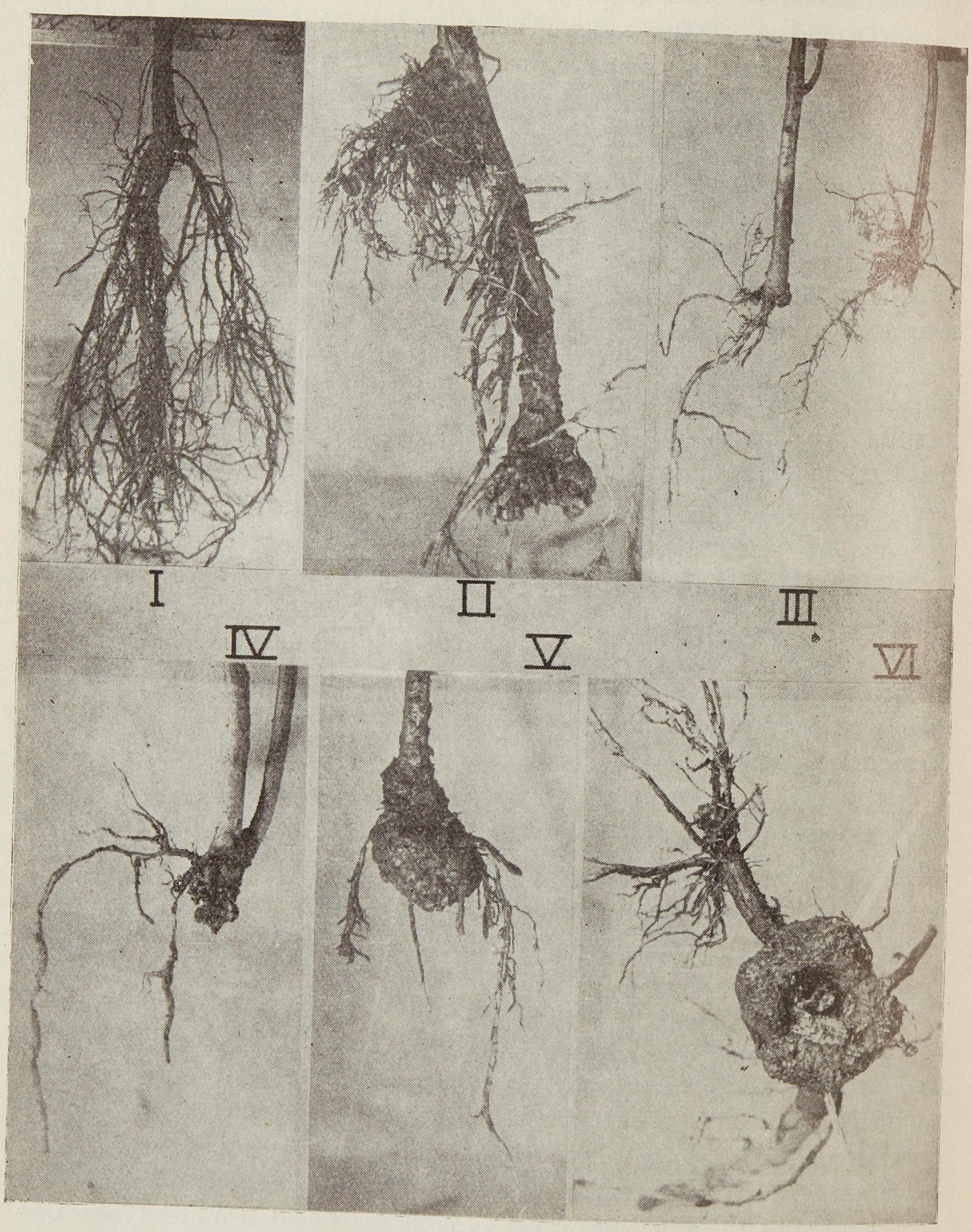


FIG. 28. — Marcottage du châtaignier.

(I), marcotte à racines bien aoûtées et chevelu abondant ; (II), marcotte à racines mal aoûtées ; (III), marcotte à enracinement faible ; (IV), marcotte à racines faibles et mal aoûtées ; (V), marcotte à faible enracinement et bourrelet au niveau de l'étranglement ; (VI), bourrelet important au niveau de l'étranglement (vu par-dessous).

mollissima (fig. 27 et 28). D'après les observations faites sur les caractères des feuilles et des rameaux, tous les types peuvent être considérés comme hybrides naturels, soit entre eux, soit avec *C. sativa*. Ces plants âgés de 10 ans environ, choisis pour leur vigueur et leur débourrement tardif ont été traités, depuis 1949, en pieds-mères. Les observations faites en 1949 et 1950 montrent que, sur 8 types à dominance de *C. mollissima*, un type présente des racines bien aoûtées avec chevelu abondant en 1 an, 5 types racinent en 1 an mais avec des racines mal aoûtées et un chevelu peu développé, 2 types ne racinent pas du tout. Sur 57 types issus de *C. crenata*, 10 racinent très bien en 1 an avec des racines bien aoûtées et chevelu abondant (type I) ; 19 racinent bien en 1 an avec des racines bien aoûtées mais chevelu faible (type II) ; 22 racinent en 1 an mais les racines sont mal aoûtées (type III) ; 6 ont des rudiments de racines en 1 an (type IV). Si on considère l'origine de ces types, on peut constater que l'enracinement est d'autant meilleur que la dominance de *C. sativa* est plus forte (tabl. XXIX).

Le marcottage des types I et II pourra être mené sur une année seulement, tandis que ceux des types III et IV demanderont deux ans pour obtenir un enracinement permettant une bonne reprise des marcottes après sevrage.

TABLEAU XXIX

Enracinement des marcottes des issus de C. crenata

	Types à dominance *C. crenata*		Types à dominance non marquée		Types à dominance *C. sativa*	
	Nombre de souches	%	Nombre de souches	%	Nombre de souches	%
Type I	0	0	6	17,20	4	28,60
Type II	2	25,00	13	37,10	4	28,60
Type III.....	3	37,50	13	37,10	6	42,80
Type IV	3	37,50	3	8,60	0	0
	8	100,00	35	100,00	14	100,00

La rapidité d'enracinement peut dépendre également de l'âge de la souche utilisée comme pied-mère de marcottes. Tout en étant certain qu'avec des souches jeunes, greffées de l'année, l'enracinement est possible, il est cependant plus abondant et de meilleure qualité avec des souches âgées. Il est souhaitable de laisser les souches bien s'enraciner avant d'en tirer une production de marcottes.

L'étranglement à la base des rameaux provoque très souvent la formation de cals d'importance variable, allant du simple renflement à des tubérosités de la grosseur du poing (fig. 28). Ce cal ne paraît pas nuisible à la formation des racines tant qu'il reste de dimensions réduites. Trop gros, il peut entraver leur sortie et même la rendre impossible.

Marcottage-greffage. — Des plants racinés peuvent être obtenus également en greffant les types résistants à ras de terre, soit mi-collet soit même sur les racines, sur un porte-greffe quelconque et en buttant le point de greffe dans les

mêmes conditions que le marcottage en cépée. Le greffon émet des racines et s'affranchit. Au bout de 2 ans, il est séparé du porte-greffe et mis en pépinière pour la production de plants commerciaux. A Brive, on utilise comme porte-greffe pour ce genre de multiplication, des plants issus du semis des châtaignes récoltées sur les *C. crenata* d'origine de Lalevade, en raison de leur bon comportement à l'Encre et de leur faible vigueur.

Greffage

Le greffe, sous toutes ses formes, permet la multiplication des variétés fruitières à qualités bien déterminées. Le porte-greffe peut provenir de marcottage ou de semis de châtaignes résistantes obtenues en châtaigneraies isolées. Nous avons vu précédemment quelles étaient les qualités requises pour un bon porte-greffe en ce qui concerne sa résistance aux maladies et son comportement écologique. Il doit posséder en outre, non seulement une bonne compatibilité avec le greffon qui lui sera confié, mais aussi une bonne affinité.

La compatibilité assurera une bonne reprise du greffon, tandis que l'affinité évitera la formation de bourrelet au point de greffe dont la présence est souvent la cause de rupture à un âge plus ou moins avancé de l'arbre. La compatibilité est variable entre les espèces, de même qu'entre les types d'une même espèce. L'affinité l'est aussi. Cette dernière est moins bonne entre les *C. crenata* et *C. sativa* ou entre les *C. mollissima* et *C. sativa* qu'entre les types *C. sativa*. Dans le cas de *C. sativa* greffés sur *C. crenata* et *C. mollissima*, il se forme des bourrelets plus ou moins importants. Le greffe peut se faire avec les procédés appliqués aux autres variétés fruitières : fente, flute, couronne, incrustation, écusson, selon les époques et les dimensions respectives du porte-greffe et du greffon.

CHATAIGNERAIES A GRAINES

La multiplication des plants résistants par voie végétative est longue et coûteuse. Aussi doit-on envisager la production par une autre méthode plus rapide et à plus grand rendement. La reproduction par voie sexuée pourra satisfaire ces exigences, sous réserve d'être faite dans certaines conditions.

Les châtaigneraies à graine seront constituées par des parents résistant à l'Encre et à l'*Endothia*, greffés ou producteurs directs, qui, par fécondation libre, donneront des châtaignes et, par semis de celles-ci, des plants résistants. La constitution de telles châtaigneraies nécessite, au préalable, une connaissance approfondie et complète des qualités des parents, l'étude de leur intercompatibilité, de leur biologie florale afin que les dates de floraison et de réceptivité soient concordantes et toutes choses assurant au maximum une bonne production de graines. Le choix des types est basé sur le test polycross. La

descendance, qui constitue la partie la plus intéressante, devra avoir fait l'objet d'études suivies quant à la résistance aux maladies, la vigueur des sujets et le comportement écologique. Enfin et surtout la châtaigneraie à graine devra être située dans une région exempte de châtaigniers, afin d'éviter tout vicinisme. Elles pourront être constituées soit à partir de plants obtenus par multiplication végétative des clônes ou par des plants de semis présentant les qualités requises.

La production de plants résistants par la multiplication végétative présente l'avantage certain d'assurer la reproduction intégrale des types parentaux et une homogénéité parfaite entre les plants. Elle est cependant très coûteue. La production de plants résistants par voie sexuée est moins onéreuse mais demande plus de temps pour l'établissement des châtaigneraies.

Un bon nombre d'années est déjà nécessaire pour déterminer les parents qui la composeront et pour étudier le comportement de la descendance ; par ailleurs, les composants étant déterminés, il faudra compter une dizaine d'années avant de pouvoir récolter une quantité de graines appréciable. On peut cependant tenter de réduire ce délai en greffant les parents sur des porte-greffes nanisants résistant à l'Encre pour hâter la mise à fruit.

Dans l'état actuel des travaux, la multiplication par voie végétative est la seule possible. Elle permet d'envisager, dès maintenant, la plantation de châtaigneraies fruitières avec des producteurs directs résistant à l'Encre ou avec des porte-greffes résistant à l'Encre, greffés en bonnes variétés fruitières. Elle permettra également la constitution des châtaigneraies à graine. Peut-être vaut-il mieux retarder ces plantations jusqu'à l'obtention de types résistant à l'*Endothia* dont la recherche est en cours. Les essais récents ont permis de détecter des types intéressants à ce point de vue. Même au moment où ces dernières seront en mesure de fournir des semences de plants résistants, les deux méthodes de reproduction pourront être utilisées concurremment : la production de plants racinés par voie végétation pour la plantation fruitière et la production de graine pour le reboisement forestier.

TROISIÈME PARTIE

RÉSULTATS OBTENUS

RÉSISTANCE A L'ENCRE ET SON HÉRÉDITÉ

Les plants d'origine d'exotique *C. crenata* et *C. mollissima*, introduits en France, pour certains il y a près de cinquante ans, et plantés dans des régions fortement atteintes par l'Encre ou même à l'emplacement d'arbres morts de l'Encre, se sont maintenus alors que les *C. sativa* voisins sont morts. Ils ont

ainsi prouvé leur résistance à cette maladie ; mais ils ne se sont maintenus que là où les conditions écologiques leur étaient favorables.

Les plants issus de châtaignes provenant de pollinisation libre de ces arbres, ont des comportements divers, mais leur résistance à l'Encre paraît d'autant plus forte qu'ils présentent le type exotique à un degré plus élevé. A la suite des inoculations artificielles, faites en 1951, sur des marcottes de types issus de *C. crenata* de provenance de Lalevade d'Ardèche, il a été permis d'observer le comportement de la résistance à l'Encre en rapport avec la dominance du type *crenata* ou *sativa* (T. XXX).

TABLEAU XXX

Résistance à l'Encre des issus de C. crenata

	Résistants		1/2 Résistants		Sensibles	
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%
Types à dominance *C. crenata*	9	81,80	1	9,60	1	9,60
Types à dominance marquée.....	11	31,40	16	45,70	8	22,90
Types à dominance *C. zativa*	4	23,50	2	11,80	11	64,70

Les types à dominance *crenata* présentent un plus fort pourcentage de résistants mais néanmoins il est heureux de constater que des types à forte dominance *sativa* sont résistants mais en plus faible proportion. Il est difficile de tirer des conclusions nettes sur le comportement du facteur ou des facteurs conditionnant la résistance, étant donné que les types observés proviennent d'un choix effectué dans une pépinière. L'étude des descendances en fécondation libre de *C. sativa* montre que le facteur résistance existe aussi chez les *C. sativa* (T. XXXI).

TABLEAU XXXI

% plants résistants chez C. sativa *de fécondation libre après contamination artificielle*

Types	%
Bouscasse de Lozère	16,60
Sauvage des Cars	19,80
Bourrue de Juillac	4,80
Sauvage des Cars B. 7	3,40

Ces chiffres demandent quelques commentaires : d'une part pour les semis de ces types effectués en 1947 et 1948, on ne possède pas le nombre de châtaignes semées si bien que les pertes calculées sont valables pour une période seulement de sélection ; d'autre part, ces pourcentages représentant les plants restants y compris les pertes culturales, reflètent non seulement l'influence de la maladie, mais aussi celles de la sécheresse, du manque de reprise, des éliminations pour manque de vigueur et les différents accidents de végétation.

La résistance intrisèque a été étudiée sur des lots de fécondation libre par inoculation artificielle dans des conditions de culture soignée où on a éliminé au maximum les pertes culturales (T. XXXII).

TABLEAU XXXII

% de plants résistants — Semis de fécondation libre 1951 après inoculation artificielle

Type.	Origine.	%
Aw—1	*C. crenata* d'origine	67,30
Aw—2	—	71,30
Aw—3	—	69,50
Aw—4	—	78,40
Aw—5	—	71,40
M. 1	Issu de *C. crenata*	54,50
M. 2	—	77,40
M. 8	—	64,10
M. 44	—	60,00
M. 49	—	40,00
M. 75	*C. mollissima*	63,00
M. 82	Issu de *C. crenata*	64,50
M. 91	—	65,70
S. d. C.	*C. sativa*	58,40
P. 14	Issu de *C. crenata*	60,20
P. 41	—	69,50
P. 43	—	68,50
Bourrue de Juillac	*C. sativa*	4,5

Le pourcentage élevé de plants résistants obtenus dans les descendances des types Aw, *C. crenata* d'origine, confirme l'importance de l'environnement pollinisateur ; nous avons déjà fait remarquer qu'ils se fécondaient entre eux. L'influence de l'environnement peut également être mis en évidence sur différents lots de Sauvage des Cars, *C. sativa* (T. XXXIII).

TABLEAU XXXIII

% de plants résistants ; semis 1950 dans différents lots de Sauvage des Cars (contamination libre à Bassaler en 1950).

Types et origine	%
Sauvage des Cars Migoule (Cw—IX—I)	69,20
Sauvage des Cars Brousse N° 7	20,50
Sauvage des Cars « Ceyrat »	31,50
Savuage des Cars Pouch	14,40

Tous ces arbres sont greffés avec la même variété fruitière, mais le Sauvage des Cars Migoule se trouve placé au voisinage immédiat d'un lot important d'issus de *C. crenata* servant de pollinisateurs, tandis que les autres arbres n'ont que des *C. sativa* comme pollinisateurs.

Les résultats obtenus jusqu'à présent permettent de tirer les conclusions suivantes :

1° Il existe, chez l'espèce *C. sativa*, des gènes de résistance à la maladie de l'Encre ; le fait découle de l'observation d'individus résistants dans la descendance de *C. sativa* fécondés librement entre eux. Ces individus existent en proportions variables, difficiles à évaluer avec précision par suite des causes multiples des pertes au cours de la stratification par pourriture des châtaignes, au cours de la levée par manque de viabilité ou accidents empêchant la germination, au cours du développement par des accidents écologiques.

2° Dans l'ensemble des croisements entre *C. sativa* et les exotiques, la résistance semble être un caractère récessif ou partiellement récessif, étant donné qu'il existe toute une série de réactions intermédiaires entre la résistance et la sensibilité.

3° Dans la descendance de types résistants, fécondés entre eux, il existe des types sensibles, ce qui indique que la sensibilité est un caractère plurifactoriel et qu'il existe, à côté de facteurs de résistance récessifs, des facteurs de résistance dominants.

4° Dans le cas des *C. sativa*, la résistance pratique peut être parfois observée, soit par un renouvellement rapide du système radiculaire qui arrive à compenser la destruction des racines par les *Phytophthora*, soit par une réaction des tissus qui limitent l'extension des lésions et retardent ainsi l'envahissement du système radiculaire.

HÉRÉDITÉ DES CARACTÈRES VÉGÉTATIFS

Le caractère vigueur des *C. sativa* se transmet, en bonne partie, à la première génération. Les hybrides obtenus avec les *C. crenata* ou *C. mollissima* ont l'aspect extérieur des *C. sativa*, notamment en ce qui concerne l'aspect des feuilles et la tenue du bois ; le tronc est plus élevé et moins cassant que chez les exotiques. Malheureusement, dans le back-cross effectué avec le parent résistant, une partie de cette vigueur se perd au profit de la résistance (11). Pour combiner vigueur et résistance plusieurs back-crosses seront donc nécessaires.

Dans le cas de croisement de *C. mollissima* × *C. sativa*, le parent *mollissima* transmet la forte pilosité de son bois et la forte pilosité à poils longs, dressés et non ramifiés de la face supérieure à sa nervure principale. Le parent *C. sativa* lui confère la vigueur, un bois moins cassant, présentant des côtelures très marquées surtout dans les jeunes pousses. Les feuilles ont une forme intermédiaire entre celles des deux parents ; allongées et fortement acuminées comme chez le *sativa*, la denticulation est souvent moins prononcée que chez ce dernier mais plus que chez le *C. mollissima*. Les châtaignes obtenues sur l'hybride présentent une pilosité caractéristique des types chinois ; la cicatrice est petite à moyenne, plus ou moins parsemée de grains miliaires avec des lignes radiaires plus ou moins ponctuées.

Dans le cas de croisement de *C. crenata* × *C. sativa*, le parent japonais transmet la pilosité de la face supérieure de la nervure principale de sa feuille, pilosité plus ou moins dense à poils courts et à bouquets étoilés mêlés de quelques poils longs et souples. Les feuilles ont une forme qui rappelle plus celle de *C. crenata* ; la denticulation reste relativement fine, mais les dents présentent toujours à leur base un sinus plus ou moins large ; la base de la feuille est également symétrique récurrente, cordiforme comme chez les *C. sativa* au lieu d'être ovale décurrente et dissymétrique comme chez les *C. crenata*.

Le bois a un aspect plus grêle que chez les *C. sativa*, mais il est fortement côtelé et peut présenter une certaine pilosité courte, tout au moins dans le jeune âge. La châtaigne présente la cicatrice large et remontante des *C. crenata*, mais aussi les ponctuations noirâtres des lignes radiaires des *C. sativa*.

Dans l'un ou l'autre de ces croisements, le type *sativa* transmet également la saveur sucrée de ses fruits à l'hybride obtenu. L'effet est moins sensible avec les *C. mollissima*, dont les châtaignes se rapprochent le plus comme goût de nos variétés fruitières, mais il est très net avec les *C. crenata*.

Dans les croisements interspécifiques ou intervariétaux, entre types à étamines longues, les descendants sont tous à étamines longues. Par contre, les descendants des croisements « astaminés × longistaminés » reproduisent les 2 types parentaux : ainsi la F_1 de Sauvage des Cars, *C. sativa* astaminé, par les issus de *crenata* de Brive longistaminés, a donné, sur 23 hybrides fleuris, 8 longistaminés à pollen abondant et 15 astaminés identiques au Sauvage des Cars.

Dans le cas du M. 2, issu de *C. crenata* mésostaminé, sur 78 hybrides obtenus avec des types longistaminés ayant fleuri en fleurs mâles, 57 sont longistaminés et 21 mésostaminés ; dans les plants issus d'autofécondation les 6 pieds fleuris sont tous longistaminés.

Les croisements entre types d'espèce différente donnent des hybrides fertiles dont les descendances se comportent comme les descendances entre types d'une même espèce. L'hérédité des caractères différenciant les espèces se transmet selon les lois mendéliennes. Aucune anomalie chromosomique n'a été constatée dans les hybrides interspécifiques.

Xénie. — La xénie, ou effet du pollen sur l'embryon hybride, peut se manifester chez les châtaignes par les caractères de taille et de poids du fruit apportés par le père, faits signalés par Blaringhem puis par Mac Kay et Crane. Nous n'avons jamais observé de tels faits à Brive ; d'ailleurs, il est bon de remarquer que le développement du fruit est fonction de la quantité de matières nutritives qui lui est apportée, fonction de l'anatomie du système vasculaire de la bogue et des conditions climatiques. De plus, si la xénie ne se manifeste que sur l'embryon et n'est pas accompagnée de métaxénie agissant sur l'enveloppe du fruit, la fécondation d'une châtaigne à petit fruit, par un pollen d'une variété à gros fruit, devrait donner des châtaignes où l'embryon fait éclater les enveloppes ; cet éclatement assez fréquent semble être surtout sous l'influence des pluies de septembre lorsqu'elles sont suivies de chaleur.

Par contre, des cas de xénie affectant le goût de la châtaigne ont pu être constatés dans les croisements de types *C. crenata* à châtaignes très peu sucrées avec des types *C. sativa* ou *C. mollissima* à fruits sucrés ; la châtaigne hybride présente des caractères gustatifs du pollinisateur. Dans les croisements de *C. mollissima* à fruit au péricarpe pileux avec des espèces à fruits à péricarpe glabre, le pollen de *C. mollissima* ne transmet pas le caractère de pilosité au fruit qu'il féconde : il n'y a donc pas de métaxénie pour ce caractère.

PLANTS RÉSISTANTS OBTENUS

En appliquant les méthodes de travail décrites précédemment, il a été obtenu des plants présentant les qualités de résistance à l'Encre, de vigueur de développement et de débourrement tardif.

Parmi eux, les types M.15, M.49 issus de *C. crenata* et les types A, B, C à forte dominance de *C. sativa*, répérés en 1947 dans des semis de fécondation libre sont actuellement multipliés végétativement sur une grande échelle.

Par ailleurs, les prospections des anciennes plantations d'exotiques ou issus d'exotiques ont permis de retenir : 1° dans la pépinitre de Lalevade d'Ardèche, cinq types de *C. crenata* d'origine présentant un bon développement pour des châtaigniers japonais, et dont deux d'entre eux sont des types sylvatiques ; pour ces derniers, leurs descendances se rapprochent quant à leur végétation de celle de nos *C. sativa* indigènes ; 2° dans des pépinières de Brive, 11 types *C. crenata* × *C. sativa* et 1 type *C. mollissima*. En outre, 2 types *C. sativa* ont été trouvés au cours des prospections des zones atteintes par l'Encre.

Les contaminations artificielles pratiquées systématiquemnt en 1950 et 1951 ont permis de retenir 25 types issus d'exotiques d'origine *C. crenata* ou d'hybride entre *C. mollissima* et *C. crenata*, ou de *C. crenata* ou de *C. mollissima* par *C. sativa*, 16 types hybrides à forte dominance *C. sativa* et 2 types *C. sativa*.

Dans des semis de châtaignes de fécondation libre effectués en terrain contaminé et ensuite éprouvés par inoculations artificielles, il a été retenu : sur ceux de 1947, 948 plants issus de *C. crenata* ou issus de *C. mollissima* et 72 issus de *C. sativa* ; sur ceux de 1948, 980 plants issus de *C. sativa* ; sur ceux de 1950, repiqués à Lalevade d'Ardèche en 1951, 222 plants issus de *C. sativa*.

Tous ces plants ayant été maintenus et cultivés en terrain pauvre et sec ont donc, en même temps que la résistance à l'Encre, des qualités de rusticité et de résistance à la sécheresse.

En ce qui concerne plus particulièrement la résistance au froid, les observations faites à Lalevade d'Ardèche ont permis de retenir, des semis de châtaignes indigènes du type Sauvage des Cars, 100 plants non sensibles aux gelées tardives de printemps ou à débourrement tardif et résistant à l'Encre.

Les plants notés demi-résistants à l'Encre ne sont gardés que pour une vérification ultérieure de leur résistance par une nouvelle inoculation. Il se pourrait que sans présenter une résistance intrinsèque totale, ils aient une résistance pratique tenant à la fois du peu de sensibilité de leurs tissus et de la vigueur actuelle de leur système radiculaire.

Parmi tous ces types un certain nombre ont d'ores et déjà été soumis en serre à l'épreuve de l'*Endothia*. De sorte qu'actuellement on dispose de 12 types d'origines diverses résistant à l'Encre et d'un très bon comportement au chancre de l'écorce.

Tableau XXXIV

*Plants résistant à l'Encre et de bon comportement à l'*Endothia

Types.	Origines supposées	Résistance à l'encre	Résistance à l'*Endothia*.
Aw— 38	M × S × C	Bonne.	Très bonne.
Aw— 74	S × M	Bonne.	Très bonne.
Aw—108	S × M	Bonne.	Très bonne.
Aw— 6	C × S	Bonne.	Très bonne.
Aw—130	Issu M.	Bonne.	Très bonne.
Aw— 7	C × S	Bonne.	Bonne.
Aw— 97	*S* × M	Bonne.	Bonne.
Aw— 35	C × S	Bonne.	Bonne.
Aw—107	C × S	Bonne.	Bonne.
Aw—131	Issu de C.	Bonne.	Moyenne
Aw—128 %	C × S	Bonne.	Moyenne
M. 40 (1)	Issu de C.	Bonne.	Moyenne

(1) = plant issu de châtaigne de fécondation libre.
M = *C. mollissima* — C = *C. crenata* — S = *C. sativa*
S = plant à forte dominance *C. sativa*.

Ces plants résistants seront multipliés par toutes les méthodes précédemment envisagées dans le but, soit de fournir des plants racinés ou de constituer des châtaigneraies à graines.

CONCLUSIONS

Depuis 1946, le problème du dépérissement du châtaignier a été spécifié dans ses causes et son ampleur. Problème important à résoudre étant donné les répercussions de la disparition du châtaignier sur le plan social et démographique, tant en France qu'à l'étranger.

De nombreux travaux avaient été effectués, en France depuis 1900, par de nombreux chercheurs, citons en particulier : Prunet, G. Couderc, Ducomet, M. Mangin, Dufrenoy, etc. concernant les causes et les remèdes à envisager.

En vue de lutter contre la maladie de l'*Encre*, il avait été préconisé de remplacer le *C. sativa*, sensible, par des espèces exotiques *C. crenata* et *C. mollissima*, résistantes. Des nombreux essais de plantations faits, il ne reste que quelques rares spécimens. Les raisons de cet échec ? Elles ont été exposées précédemment. Elles sont d'ordre : écologique, pathologique, génétique et biologique.

Pour ne pas retomber dans ces erreurs, il a été envisagé d'associer par hybridation, à la résistance des exotiques, l'adaptation écologique du châtaignier indigène ainsi que de rechercher s'il n'existait pas des gênes de résistance chez ce dernier : solution qui n'avait jamais été entrevue. Le premier travail a été de rassembler un matériel d'étude abondant, par prospection des restes des anciennes plantations, par des semis de châtaignes d'origines diverses, en fécondation libre et en reproduction sexuée contrôlée, par des échanges de matériel avec les pays étrangers, particulièrement avec les États-

Unis, l'Espagne et l'Italie. Les semis exécutés ont présenté une très grande importance, étant donné qu'il fallait isoler des types intéressants existant en proportion très faible, alliant vigueur, qualités écologiques et résistance à l'Encre. Des semis réalisés en 1946 et 1947, portant sur plus de 400 000 châtaignes à fécondation libre, il reste, en type *sativa* : 72, et en issus de *crenata* et *mollissima* : 948 plants résistants.

Depuis, les semis ont été poursuivis mais ont porté principalement sur des châtaignes provenant d'arbres repérés au cours de prospections ou issues de fécondation contrôlée (autofécondation et hybridation) faite sur les géniteurs retenus.

Parallèlement, il était mis au point les techniques de recherches et d'amélioration permettant un travail plus rapide, citons : multiplication végétative, étude de la biologie florale et facteurs de la fertilité, mise à fruits précoce, méthodes d'épreuves, pour les différents caractères recherchés, en particulier pour la résistance à la maladie de l'Encre, l'adaptation écologique et la vigueur.

Concernant le problème de la maladie de l'Encre, l'état actuel des travaux permet d'envisager, dans un proche avenir, les essais écologiques avec les clônes de différentes origines dont on dispose et la création de châtaigneraies à graines, basée sur l'étude des constituants par le test de polycross. En attendant la production de ces châtaigneraies à graines, la multiplication végétative, sur une grande échelle, des clônes retenus est entreprise, en particulier avec M. 15 et M. 49 d'origine hybride entre *C. crenata* et *C. sativa* ainsi qu'avec A, B et C, types isolés dans un semis de châtaignes de *C. sativa* de l'Ardèche.

Des données plus précises ont été recueillies quant à la biologie même de la maladie de l'Encre déterminée par les *Phytophtora Cinnamomi* et *cambivora*, ainsi que sur son importance et son mode d'évolution. Par ailleurs, la mise au point d'une méthode de contamination artificielle, soit des châtaignes, soit des plants, permet maintenant la détermination rapide et certaine de la résistance à l'Encre des types qui y sont soumis.

Si le problème de la maladie de l'Encre est en partie résolu, celui de l'*Endothia* reste entier pour la France, bien que des études préliminaires aient déjà été entreprises. Elles ont mis en évidence que, parmi les types déjà résistant à l'Encre, il en est certains résistant à l'*Endothia*, même semble-t-il, parmi des descendants de *C. sativa* purs.

Des études sont à entreprendre sur la biologie de l'*Endothia*, non seulement en relation avec l'amélioration, mais aussi avec son mode d'évolution. La maladie du Chancre de l'écorce n'existant pas en France, ces travaux ne pourront se poursuivre qu'en serre et seront très longs ; mais ils sont indispensables pour réserver l'avenir. Le problème pourrait être rapidement résolu par l'existence de *C. sativa* résistant à l'*Endothia* ; les observations faites en Italie par Biraghi, ainsi que les premiers résultats obtenus dans nos essais d'inoculations, permettent quelques espoirs. Pour les plantations fruitières, on dispose de porte-greffes résistant à l'Encre, qui pourraient être greffés en pied ou sur

racine avec des types fruitiers d'origine *mollissima*, résistant à l'*Endothia*, sous condition que leurs fruits présentent des qualités fruitières requises : grosseur et saveur.

Les problèmes secondaires de l'amélioration du châtaignier sont à prévoir pour l'avenir en même temps que se poursuit l'étude des problèmes Encre et *Endothia* : richesse en tanin, étude des porte-greffes, création de nouvelles variétés fruitières, etc. C'est pourquoi, les travaux entrepris doivent non seulement être continués mais poursuivis et intensifiés de façon à permettre une reconstitution rapide des châtaigneraies.

RÉSUMÉ

Les surfaces réservées à la culture du châtaignier ont subi depuis 60 ans une très forte régression, en France et à l'étranger, soit sous l'action des *Phytophtora cambivora* et *Cinnamomi*, soit sous celle de l'*Endothia parasitica*.

En France les replantations faites à partir de plants exotiques ont échoué en raison de l'inadaptation écologique de ces types. Celles faites à partir de châtaignes récoltées sur les exotiques introduits ont également échoué ; les plants obtenus étant des hybrides de *C. sativa*, sensibles à l'Encre.

La Station d'amélioration du châtaignier de Brive a été créée avec comme objectifs immédiats de rechercher des types résistant à l'Encre et à l'*Endothia*, adaptés aux conditions écologiques françaises.

Pour y parvenir, il faut combiner les facteurs de résistance existant chez les types exotiques et même chez les indigènes, avec la vigueur, la tardivité de débourrement, la rusticité des types indigènes.

Des études préliminaires ont permis de préciser les caractères distinctifs des espèces *C. sativa*, *C. crenata* et *C. mollissima*. L'étude de la biologie florale a relevé l'existence d'une protandrie physiologique parfois accompagnée d'une protandrie morphologique et elle a montré que les stigmates ne sont réceptifs, après leur plein épanouissement, que pendant une période de trois semaines à un mois.

Des cas de stérilité mâle ou femelle d'ordre morphologique ou physiologique ont été relevés. Les fécondations contrôlées effectuées ont démontré l'existence d'une inter-compatibilité variable, interspécifique et intervariétale, ainsi que d'une auto-incompatibilité forte en général.

La culture en pots amène la floraison des hybrides à la deuxième année de semis permettant ainsi d'effectuer rapidement des croisements de retour.

Le matériel nécessaire à l'amélioration a été obtenu :

a) Par prospection des anciennes plantations d'exotiques ou issus d'exotiques, où ont été retenus les types résistant à l'Encre, vigoureux, à débourrement tardif ;

b) Par prospection de zones d'*Endothia* à l'étranger, la maladie n'existant

pas en France, et échange de greffons de châtaigniers avec les pays intéressés ;

c) Par prospection de zones d'Encre, où des types indigènes se sont maintenus malgré la présence de la maladie ;

d) Par semis de châtaignes de fécondation libre, récoltées sur des types exotiques ou des types indigènes repérés en prospections ;

e) Par semis de châtaignes provenant de croisements à pollinisation contrôlée faits entre *C. crenata, C. mollissima* et *C. sativa,* d'autofécondation pratiquée sur les géniteurs de la Station, de back-cross entre les hybrides de première génération et les parents dont ils sont issus ;

f) Par la recherche de polyploïdes : il existe des triploïdes et tétraploïdes naturels ; par ailleurs, par l'action de la colchicine sur des bourgeons ou des châtaignes en germination, des tétraploïdes ont été obtenus ; leur croisement avec des diploïdes a donné des triploïdes.

La résistance à l'Encre de tout ce matériel a été éprouvée par des contaminations libres obtenues par la culture en terrain contaminé, complétées par des contaminations artificielles réalisées sur plants d'âges divers et sur châtaignes, dès la récolte.

L'épreuve de la résistance à l'*Endothia* est faite, d'une part, par l'envoi aux États-Unis et en Italie, de greffons des types intéressants et d'autre part, au moyen d'inoculations en serre.

Les types résistant à l'Encre et à l'*Endothia* sont enfin placés dans des champs de comportement régionaux dans le but d'étudier leur comportement écologique, notamment la résistance à la sécheresse, aux froids, aux gelées tardives ainsi que leur rusticité.

Leur résistance aux maladies étant connue ainsi que leur comportement écologique, les types retenus sont, ensuite, multipliés par marcottage en cépée et marcottage-greffage, le bouturage n'étant pas possible dans l'état actuel de nos connaissances. La création de châtaigneraies, productrices de graines de semence de plants résistants, est également envisagée. La production de plants racinés par voie végétative servira à la reconstitution des châtaigneraies vergers et les graines, à la constitution de massifs forestiers, taillis ou futaies.

Les travaux effectués depuis 1948 ont permis de confirmer la résistance à l'Encre des types *C. crenata* et *C. mollissima* d'origine ; les hybrides de première génération entre ces types et *C. sativa* présentant une résistance variable à la maladie de l'Encre. En ce qui concerne l'*Endothia,* les inoculations en serre ont montré qu'il existe toute une gamme de résistance dans les plants mis à l'épreuve, issus de *C. crenata, C. mollissima* et *C. sativa.*

Il existe maintenant, à la Station, 65 types de plants résistant à l'Encre, d'origine *C. crenata, C. mollissima, C. sativa* ou hybrides de ces espèces dont la multiplication asexuée est entreprise sur une grande échelle ; par ailleurs, 1 610 plants, issus de fécondation libre ayant résisté aux inoculations, servi-

ront à la constitution de châtaigneraies à graine. Enfin, les essais de comportement écologique effectués à Lalevade d'Ardèche ont permis de retenir 100 plants issus de *C. sativa*, résistant à l'Encre, à débourrement tardif, non sensibles aux gelées printanières tardives.

Des résultats tangibles sont donc obtenus dans la lutte contre la maladie de l'Encre mais le problème de l'*Endothia* est encore à ses débuts. Les recherches doivent donc être intensifiées pour une résolution rapide de ce problème, afin de pouvoir aborder les autres points importants : problème des variétés fruitières résistant à l'*Endothia*, valeur industrielle des bois, problèmes techniques de culture fruitière.

BIBLIOGRAPHIE

(1) Biraghi (A.). — Caratteri di resistenza in « *Castanea sativa* » nei confronte di *Endothia parasitica*. *Bul. St. Pat. Veg.* 8 : 3e série *1950*.

(2) Biraghi (A.). — Fatti nuovi per la lotta contro il cancro della corteccia del castagno. *Humus*. Janv. *1952*.

(3) Breviglieri (N.). — Publicazione nº 1, Centro di studio sul castagno. *La Ricerca scientifica :* Anno 21º, *1951*.

(4) Bretz (T. W.) et Swingle (R. U.). — Propagation of disease resistant elms. *American Nurseryman :* August 15, *1950*.

(5) Camus (A.). — Les Châtaigniers : *1929*.

(6) Clapper (R. B.). — New chestnut for our forest ? (Outlook for breeding blight resistant chestnut and chinkapin for our forests and Wild life). *Amer. for :* July, *1943*.

(7) Couderc (G.). — Conférence à la Société d'acclimatation. *Paris, 1922*.

(8) Couderc (M.). — Les porte-greffes du châtaignier et la maladie de l'Encre. *Prog. Agr. et Vit. : 1936*.

(9) Crandall (B. S.). — The distribution and significance of the chestnut rootrot : Phytophtora cinnamomi and P. cambivora. *The pl. dis. rep.* vol. XXXIV, nº 6, *1950*.

(10) Elorrieta y Artaza (J.). — El castagno en Espana. *Instituto forestal de Investigaciones y experiencas :* XX nº 48, *1949*.

(11) Gravatt (G. F.). — Chestnut blight in Asia and North America. *Unasylva :* vol. III, nº 1, *1949*.

(12) Gravatt (G. F.) and Crandall (B. S.). — The Phytophtora root disease of chestnut and Chinkapin. *North nut grow. ass. : 1945*.

(13) Gravatt (G. F.) and Marshall (R.P.). — Chestnut blight in the southern Appalachians. *U. S. D. agr. cir. 370 :* May *1926*.

(14) Graves (A. H.). — Breeding chestnut for timber. *Journ. of the New-York Bot. gar. :* vol. L, nº 599, *1949*.

(15) Graves (A. H.). — Relative blight resistance in species and hybrids of castanea. *Phytop. :* vol. XL, nº 12, pp. 1125, 1131, *1950*.

(16) Graves (A. H.). — Key to chestnut species with notes on some hybrids. *14 th Annual Meeting of the Northern Grower Association : 1949*.

(16 *a*) Grente (J.) et Solignat (G.). — La maladie de l'Encre du châtaignier et son évolution. *C. R. Acad. Fr.* T. XXXVIII ; février *1952*.

(17) Guerreiro (G.). — Estudas realisados no castanheiro no anno *1948*. *Bol. da Junta Nac. das. Frut. 1949*.

(18) Jaretsky (R.). — Zur zytologia der Fagales. *Planta : 10* ; p. 120-137 et *Resumptio genetica 1931*, p. 198, *1930*.

(19) Mangin (L.). — La maladie du châtaignier. *Ann. des Epyph :* T. I, *1913*, p. 161-167.

(20) Mangin (L.). — Sur la reconstitution des châtaigneraies. *Rev. Int. des rens. agr. :* nº 1, J. M. *1923* ; p. 39-43.

(21) Mangin (L.). — Sur la reconstitution des châtaigneraies. *C. R. Agr. Fr. 1922*, p. 144-151.

(22) Mangin (M.). — La reconstitution des châtaigneraies détruites par l'Encre. *C. R. Ac. Agr. Fr. :* nº 6, *1925*, p. 161-7.

(23) Marcel. — Essais de multiplication végétative du châtaignier. *C. R. Ac. Agr. Fr. :* nº 8, *1949*.

(24) MILLISCHER (H.). — Reconstitution des châtaigneraies en fonction de l'économie rurale. *Sem. Int. du Chât :* Sept. *1950 : E. N. des E. F. 1951.*
(25) PRUNET (A.). — Entretien des pépinières de châtaigniers du Japon : *Ann. Epyph.:* T.I, *1913*, p. 456.
(26) PRUNET (A.). — La maladie des châtaigniers et la reconstitution des Châtaigneraies. *Ann. Epyph. :* T. II, *1914*, p. 101.
(27) PRUNET (A.). — La maladie des châtaigniers et la reconstitution des châtaigneraies. *Ann. Epyph :* T. II, *1915*, p. 67-100.
(28) SCHAD (C.). — Le problème de l'amélioration du châtaignier en France. *C. R. Ac.Agr. de Fr.* nº 7, *1949.*
(29) SCHAD (C.), SOLIGNAT (G.), VENOT (P.), VILLAX (Y.). — Le problème de l'amélioration du châtaignier en France. *Sem. Int. du Chât.* Sept. *1950* ; *E. N. des E. F., 1951.*
(30) STOUTEMYER (V. T.) and CLOSE (A. W.). — Rooting Cuttings and germinating seeds under fluorescent and cold cathode lighting. *Proc. of the Am. Soc. hort. Sc. :* vol. XLVIII, *1946.*
(31) URQUIJO (P.). — Hacia la solucion del problema del Castaño, *1936.*
(32) URQUIJO (P.). — Nuevo metodo de lucha contra la « Tinta » del castagno. *Bol. de Path. Vég. y ent. agr. :* vol. X, *1941.*
(33) URQUIJO (P.). — Nuevas investigaciones sobre la enfermedad de la « Tinta » del castagno. *Bol. de Path. Veg. y ent. agr. :* vol. XI, *1942.*
(34) URQUIJO (P.). — Aspectos de la obtencion de hibridos resistentes a la enfermedad del castagno. *Bol. de Path. Veg. y ent. agr. :* vol. XIII, *1944.*
(35) URQUIJO (P.). — Hibridacion de castagnos. *Agric.* nº 159, *1945.*
(36) URQUIJO (P.). — Sobre las diferentes estirpes de *Phytophtora cambivora* (PETRI) BUISMAN y su distinta resistancia al cobre. *Bol. de Path. Veg. y entom. agr. :* Vol. XIV, *1945-1946.*
(37) URQUIJO (P.). — Estacion de Fitopatologia de la Coruña. *Memoria, 1943-1944.*
(38) VAN FLEET (W.). — Les châtaigniers hybrides en Amérique. *The journal of Hered. 1914.*
(39) WETZEL. — Chromosomen studien bei den Fagales. *Bot. Arch.* 25, p. 257-283.

RECHERCHE DE VARIÉTÉS DE BLÉS TENDRES PEU SENSIBLES AU PIÉTIN-VERSE : RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

PAR

A. VINCENT, J. PONCHET et J. KOLLER

Centre national de Recherches agronomiques, Versailles.

I. INTRODUCTION

Le piétin-verse, provoqué par le *Cercosporella herpotrichoïdes* Fron, cause d'importants dommages aux cultures de blés d'hiver en diverses régions : Nord-Ouest de l'Europe, États de Washington, Idaho et Oregon aux États-Unis, Tunisie et Provinces du Cap en Afrique, Sud de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande.

D'après R. Sprague (1), on peut évaluer de tels dégâts, dans l'État d'Idaho et pour la période s'étendant de 1935 à 1938, à 5 % des récoltes de blé en moyenne ; la forte épidémie de 1934 a entraîné dans cet État des pertes atteignant 15 % de la récolte.

L'étude du comportement des variétés de blé européennes vis-à-vis du *C. herpotrichoïdes*, entreprise au Centre National de Recherches Agronomiques a porté en 1951 sur les points suivants :

1° Étude de systèmes de notation permettant de classer des parcelles de blé atteintes en fonction de leur degré d'attaque par la maladie.

2° Quelques résultats préliminaires relatifs au comportement de variétés cultivées en France vis-à-vis de ce parasite.

II. RECHERCHES DÉJA EFFECTUÉES

Aux États-Unis, R. Sprague et H. Fellows ont entrepris dès 1925, de rechercher des variétés résistantes ou peu sensibles au piétin-verse. Ces deux auteurs opéraient soit en sols naturellement infestés (2), soit en serre au moyen de contaminations artificielles (3) ; ils estimaient les dégâts en notant les attaques subies par chaque talle suivant une échelle visuelle. Leur prospection, essentiellement conduite parmi les variétés ou hybrides américains, a fait apparaître des différences de comportement, mais n'a pas permis de découvrir des géniteurs doués d'une résistance réelle. C'est ainsi que Sprague indique, dans un

rapport récent (4), qu'en notant pour 100 les dégâts constatés sur la variété « *Hybride 128* », la cotation des diverses variétés s'étend de 85 pour *Fédération*, 90 pour *Holland* et *Rex* à 115-130 pour les types *Turkey*.

En France les premières recherches concernant le piétin-verse effectuées par FRON (5) dès 1912 ont abouti à l'identification du champignon responsable de la maladie. FRON considérait comme très dangereuse la forme conidienne décrite par lui sous le nom de *C. herpotrichoïdes* et croyait pouvoir la relier à la forme parfaite *Leptosphaeria herpotrichoïdes* De Notaria.

Ultérieurement FOEX et ROSELLA ont effectué de multiples recherches sur la verse pathologique du blé, étudiant avec soin les symptômes (6) et la biologie (7) de la maladie. Des essais effectués sur parcelles contaminées par des cultures pures du *C. herpotrichoïdes* leur ont permis de mettre en évidence que les pertes constatées pouvaient atteindre certaines années une moyenne de 70 % (8) et qu'il existait entre variétés des différences de sensibilité au *C. herpotrichoïdes* (9).

Les recherches de FOEX intéressaient dix des variétés les plus cultivées à cette époque ; le comportement de chaque variété était caractérisé par la réduction de récolte constatée sur parcelles contaminées.

Les auteurs ont observé que les pourcentages de plantes ou de talles attaquées ne peuvent servir à caractériser les dégâts causés par la maladie, car ils ne renseignent pas sur l'intensité de celle-ci.

BORMANS et ATHANASOFF (10) ont dénombré en 1929 (année de forte infection), les talles atteintes sur dix variétés dans un champ d'essai établi à cette intention à Montfort-l'Amaury (S. et O.) et ont trouvé également des différences de sensibilité entre variétés.

De semblables différences ont également été relevées en Angleterre, à l'occasion de la sévère attaque de l'année 1950 (11).

III. MÉTHODE DE TRAVAIL

1° Disposition de l'essai. Méthodes d'inoculation

Le semis est effectué fin septembre en lignes de 1,50 m à raison de 30 grains par ligne. Chaque parcelle, composée de 2 lignes, intéresse une variété. L'essai comporte une deuxième répétition qui, pour des raisons pratiques (étendue du travail d'observation), a dû être limitée à huit variétés. Une même variété (*Cappelle-Desprez*) est semée trois fois, à titre de témoin, sur la première répétition qui comprend 54 variétés cultivées en France. Le terrain est infecté de la manière suivante :

Le champignon est d'abord développé en culture pure sur milieu liquide à base de bouillon de pomme de terre contenant 2 % de glucose. L'inoculum est constitué de paille finement hachée recouverte de mycelium du champignon.

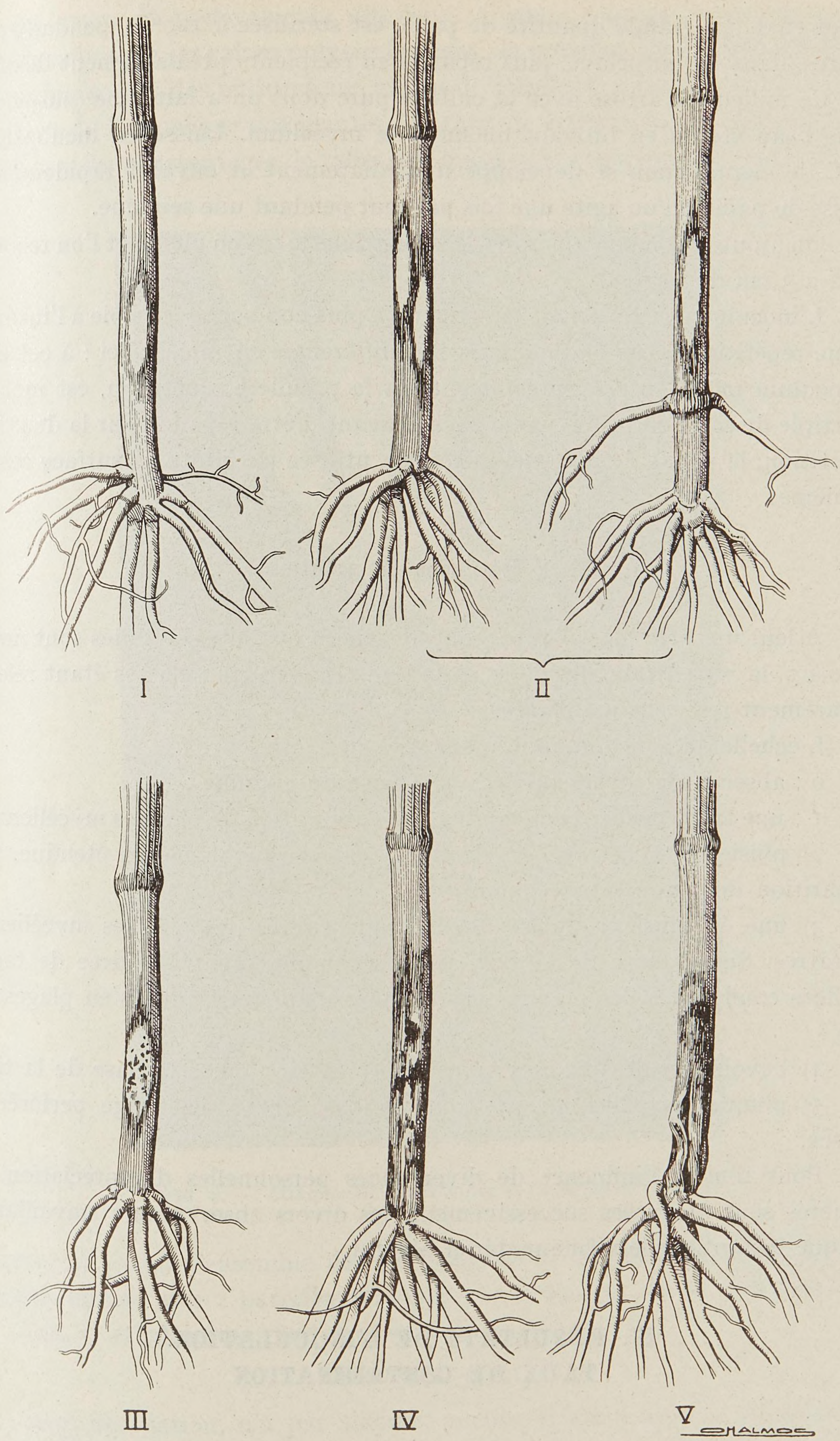


FIG. 1. — Schéma des attaques correspondant aux diverses notes.
I : attaque notée 1. — II : attaques notées 2. — III : attaque notée 3. — IV : attaque notée 4.
V : attaque notée 5.

A cet effet, un grande quantité de paille est stérilisée à 120°C., pendant deux heures, dans un autoclave, puis répartie en récipients préalablement désinfectés. Ce milieu est arrosé avec la culture pure dont on a fait une suspension dans l'eau stérile en broyant finement le mycelium. Laissé en incubation à 20°C, le champignon se développe immédiatement et envahit rapidement la masse de paille qu'on agite une fois par jour pendant une semaine.

On ajoute cet inoculum après le semis, dans le rayon même et l'on recouvre de 2 à 3 cm de terre.

L'inoculum est réparti de la manière la plus homogène possible à l'intérieur d'une répétition, mais en quantités très différentes entre celles-ci : à cet effet, l'inoculum initial, utilisé directement sur la première répétition, est mélangé au triple de son volume de paille hachée avant d'être répandu sur la deuxième répétition, la masse de matériel infectieux utilisée par unité de surface restant la même.

2° Méthodes de notation

A leur maturité, les plantes sont arrachées et toutes les talles sont notées de 0 à 5, la répartition des diverses talles parmi ces cinq classes étant relevée séparément pour chaque plante.

L'échelle de notation appliquée est la suivante (cf. fig. 1) :

0 : absence de taches ocellées à la base du chaume ;

1 : une tache ocellée peu étendue, sans apparition de plaques mycéliennes ;

2) plusieurs taches ocellées de type 1 ou une tache ocellée étendue, sans apparition de plaques mycéliennes ;

3) une ou plusieurs taches ocellées, présentant des plaques mycéliennes noirâtres. Sur la base de la tige, parfois complètement entourée de taches ocellées confluentes, les plaques mycéliennes n'apparaissent qu'en plages isolées ;

4) l'évolution des plaques mycéliennes atteint toute la base de la tige ;

5) plaques mycéliennes sur toute la base de la tige. Tige perforée ou cassée.

Pour limiter l'influence de divergences personnelles d'appréciation, les variétés sont analysées successivement, les divers observateurs travaillant à chaque instant sur le même matériel végétal.

IV. RÉSULTATS DE L'INOCULATION. TAUX DE CONTAMINATION

Sur un prélèvement effectué le 3 avril (variété *Vilmorin 27*) la réussite de l'inoculation est constatée par la présence de taches ocellées et de lésions sur les rhizomes (cf. fig. 2).

Au cours de prélèvements ultérieurs diverses plantes présentèrent des taches ocellées sur les gaines puis sur les tiges ; la présence du *C. herpotrichoïdes* fut confirmée par des cultures sur milieu de Reinking solidifié.

Lors de l'arrachage des plantes, les taux de contamination des parcelles, définis par les pourcentages de talles attaquées sont considérables (voir tabl. I,

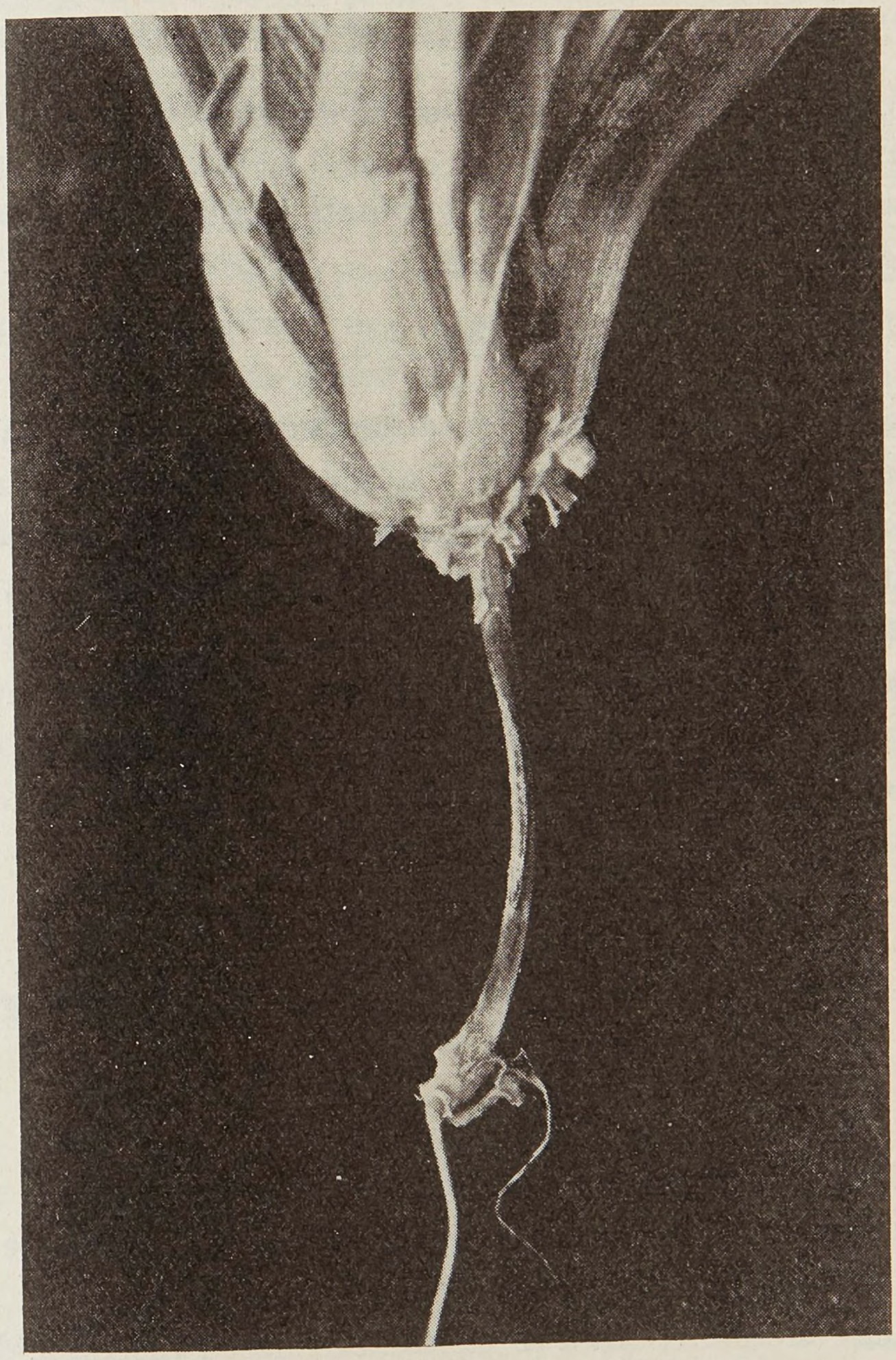


FIG. 2. — Attaque sur rhizome par le *C. herpotrichoïdes*.

colonne 2) : pour l'ensemble des 56 parcelles de la première répétition (54 variétés citées, plus 2 parcelles-témoins), ils s'étendent de 54 (*Chanteclair*) à 98 (*Riéti 2*) et admettent la valeur moyenne :

$$T = 76{,}2 \pm 4{,}1.$$

Leur fluctuation, n'a par ailleurs, aucune relation avec la situation des parcelles sur le terrain ; il est possible de rendre compte brièvement de ce fait en comparant les taux moyens de contamination relatifs à des séries de 8 parcelles contiguës.

$t_{1a} = 76{,}5 \pm 5{,}1$ (taux moyen de contam. des parcelles 1 à 8)
$t_{1b} = 81{,}4 \pm 2{,}7$ (» » » » 9 à 16)
$t_{1c} = 69{,}7 \pm 3{,}2$ (» » » » 17 à 24)
$t_{1d} = 75{,}8 \pm 4{,}4$ (» » » » 25 à 32)
$t_{1e} = 73{,}6 \pm 3{,}5$ (» » » » 33 à 40)
$t_{1f} = 71{,}6 \pm 5{,}6$ (» » » » 41 à 48)
$t_{1g} = 85{,}2 \pm 3{,}6$ (» » » » 49 à 56)

Aucune de ces valeurs ne s'écarte significativement au seuil de 5 % de la moyenne générale T.

Par contre, le taux moyen de contamination relatif aux 8 variétés de la deuxième répétition :

$$t_{2a} = 46{,}8 \pm 4{,}3,$$

s'avère significativement différent du pourcentage t_{1a} relatif à la série homologue de la première répétition.

Ainsi en répandant sur la deuxième répétition une quantité d'inoculum notablement inférieure à celle épandue sur la première répétition, la contamination réalisée est environ deux fois moindre.

Par ailleurs, le développement du parasite ne paraît pas avoir eu d'influence sur le peuplement des parcelles : le nombre de plantes constaté sur celles-ci fluctue indépendamment de la présence et de l'intensité de la maladie (tabl. I, colonne 1).

V. CLASSEMENT DES PARCELLES SUIVANT LEUR ATTEINTE PAR LE PIÉTIN

Les notations se rapportant aux attaques de piétin relevées sur les talles d'une parcelle peuvent être utilisées de diverses manières en vue de caractériser la présence et l'évolution de la maladie dans chaque parcelle.

Une première méthode, qui a le mérite d'utiliser l'ensemble de l'information provenant de la notation, consiste à classer les parcelles suivant les moyennes parcellaires des notes d'attaque par plante. Ces notes par plante sont établies de la manière suivante :

$$mp = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4 + 5n_5}{n}$$

mp = note d'attaque de la plante ;
n_i = nombre de talles de note i, (n_2 = nombre de talles de note 2)
n = nombre total de talles de la plante.

La distribution de ces notes peut définir l'état d'une parcelle. Ces distri-

butions sont caractérisées par leurs moyennes (moyennes parcellaires des notes par plantes), affectées de leurs erreurs-standard.

$$\overline{mp} = \frac{Smp}{N}$$

mp = moyenne parcellaire des notes par plante,
Smp = somme des notes par plante,
N = nombre de plantes de la parcelle.

Dans le tableau I les parcelles sont classées suivant les moyennes parcellaires des notes par plante. Le nombre des plantes par parcelle (tabl. I, colonne 1) est généralement supérieur à 30, en sorte que les caractéristiques de la loi normale ont pu être utilisées pour la comparaison de ces échantillons. La variété *Vilmorin 23* cependant, ne comporte que 9 plantes, par suite d'un accident lors de la récolte, et ne figure dans ce tableau que pour mémoire.

La comparaison des moyennes parcellaires (tabl. I, colonne 3) permet de répartir celles-ci en quatre groupes, en sorte qu'aucune de ces moyennes ne s'écarte significativement de celle du groupe à laquelle elle appartient (tabl. I, colonne 6). Leur variation est toutefois continue : c'est ainsi que la moyenne relative à *Franc-Nord* ne s'écarte pas significativement de celle du groupe I.

Les caractéristiques des quatre groupes, qui sont distingués dans le seul but de faciliter l'appréciation de la variation des moyennes parcellaires, figurent au tableau II.

TABLEAU II

Caractéristiques des différents groupes

Groupe.	Taux de contamination.	Moyenne des notes d'attaques par plante.	Talles présentant des attaques de note 4 ou 5, en %.	Plantes présentant des attaque de note 4 ou 5, en %.
I, peu atteint	57,8	1,16 ± 0,163	6,4	17,1
II, assez atteint	75,0	1,86 ± 0,196	12,7	35,2
III, atteint	86,1	2,57 ± 0,207	25,7	62,0
IV, très atteint	92,0	3,44 ± 0,180	44,8	82,7

Dans une deuxième méthode, les parcelles sont classées en fonction des pourcentages de talles fortement attaquées (talles de note 4 ou 5) ; un troisième classement est enfin établi d'après les pourcentages de plantes présentant une ou plusieurs talles fortement attaquées (tabl. I, colonne 4 et 5).

Les coefficients de corrélation de rang entre les divers classements sont les suivants :

classements 1 et 2 : $r_1 = 0{,}856$
» 1 et 3 : $r_2 = 0{,}840$
» 2 et 3 : $r_3 = 0{,}906$.

TABLEAU I

Tableau des résultats relatifs à la première répétition

VARIÉTÉS	1 Nombre de plantes	2 Taux de contamination	3 Moyennes parcellaires des notes par plante	4 Talles fortement attaquées (notes 4 ou 5) en %	5 Plantes présentant de fortes attaques (notes 4 ou 5) en %	6 Classement par groupes suivant la colonne 3	7 Classement par groupes suivant la colonne 4 (2)	8 Classement par groupes suivant la colonne 5 (2)
GROUPE I :								
Vilmorin 23	9	62	0,99 ± 0,186	11	11	I	I-II	I
Chanteclair	50	54	1,11 ± 0,173	6	16	I	I	I
Bersée	38	62,5	1,17 ± 0,154	2,5	13	I	I	I
Blé du Mesnil	30	57	1,19 ± 0,178	11	33	I	I-II	*II*
Noël	44	63	1,23 ± 0,148	5	16	I	I	I
Cappelle Desprez (1)	38	64	1,24 ± 0,200	4,5	23	I	I	I-II
GROUPE II :								
Franc-Nord	41	82	1,57 ± 0,138	5	20	I-II	I	I-II
Hâtif de Wattinew	30	67	1,59 ± 0,238	5	20	I-II	I	I-II
Superhâtif	30	74	1,62 ± 0,192	9	30	I-II	I-II	II
Picardie	50	72	1,64 ± 0,188	11	35	II	I-II	II
Ile-de-France	38	72	1,64 ± 0,182	10	29	II	I-II	II
Courtal	40	75	1,65 ± 0,169	14	30	II	II	II
Sillon d'Or	38	81	1,66 ± 0,210	14	40,5	II	II	II
Bellevue	48	63	1,68 ± 0,179	11	29	II	I-II	II
Hybride du Joncquois	37	82	1,69 ± 0,177	15	30	II	II	II
Vilmorin 29	33	72	1,71 ± 0,192	14	42,5	II	II	II
Saissette de Maninet	36	75	1,72 ± 0,148	6	25	II	*I*	I-II
Bretagne	31	75	1,72 ± 0,238	11	29	II	I-II	II
Précoce de Juillet	31	72	1,76 ± 0,194	13	48,5	II	II	II
Yveline	38	71	1,77 ± 0,194	14	42	II	II	II
Flandres	37	76	1,77 ± 0,203	14	38	II	II	II
Hybride de Lobeau	34	71	1,78 ± 0,211	15	32	II	II	II
Impérator	33	64	1,79 ± 0,217	12	30	II	II	II

Mentana	34	70	1,82 ± 0,261	17	41	II	II	II
Libérator	34	72	1,86 ± 0,218	10	35	II	I-II	II
Evolution	30	80	1,88 ± 0,176	6	18	II	*I*	*I*
Chartres	38	73	1,91 ± 0,212	20	46	II	II-III	II
Hybride à courte paille	34	73	1,92 ± 0,232	14	35	II	II	II
Paris	25	79	1,96 ± 0,171	15	60	II	II	*III*
Polonium	45	76	1,97 ± 0,197	19	40	II	II-III	II
Petit-Quinquin	40	79	1,98 ± 0,177	15	50	II	II	II
Terroir	38	74	2,03 ± 0,231	15	45	II-III	II	II
Vague d'épis	29	79,5	2,04 ± 0,204	12	35	II-III	II	II
Reims	34	88	20,6 ± 0,144	14	47	II-III	II	II
Later	41	71,5	2,07 ± 0,216	17	34	II-III	II	II
Annie	46	85,5	2,18 ± 0,181	11	24	II-III	I-II	I-II
Président Riverain	35	80	2,18 ± 0,212	10	29	II-III	I-II	II
GROUPE III :								
Hybride 40	27	74	2,26 ± 0,281	17	44,5	II-III	II	II
Blé des Dômes	41	79	2,33 ± 0,204	20	44	II-III	II-III	II
Maximum Cambier	32	75	2,38 ± 0,240	24	47	II-III	III	II
Renfort	40	82	2,41 ± 0,167	21	65	III	II-III	III
Progress	25	89	2,43 ± 0,295	28	56	II-III	III	III
Auchy	41	86	2,46 ± 0,164	20	63,5	III	II-III	III
Zara	24	94	2,47 ± 0,181	19	58,5	III	II-III	III
Docteur Mazet	49	78	2,50 ± 0,176	29	62	III	III	III
Suzanne Favereau	34	94	2,60 ± 0,267	29	65	III	III	III
Marival	46	86	2,71 ± 0,208	29	67,5	III	III	III
Miana	43	92	2,74 ± 0,165	26	65	III	III	III
Bon Fermier	38	94	2,81 ± 0,212	34	66	III	III	III
Pax	46	89	2,87 ± 0,177	34	83	III	III	*IV*
Nord-Deprez	31	93	2,88 ± 0,183	30	75	III	III	II-IV
GROUPE IV :								
Fylgia	36	95	3,13 ± 0,175	36	80	IV	*III*	IV
Inversable Bordeaux	45	83	3,44 ± 0,219	52	82	IV	IV	IV
Riéti 2	40	98	3,72 ± 0,127	51	87,5	IV	IV	IV

(1) Chiffres obtenus en totalisant les notations de deux parcelles (cf. tableau 5).
(2) Les indices de groupes portés en italiques se rapportent à des classements qui diffèrent de celui réalisé suivant les moyennes parcellaires (col. 6).

Tous ces coefficients sont très significativement différents de la valeur 0 : les trois méthodes de classement conduisent donc à des résultats comparables.

Les colonnes 7 et 8 du tableau I indiquent la répartition des parcelles en quatre groupes, suivant les taux parcellaires de talles ou de plantes présentant de fortes attaques, d'après l'échelle suivante (tabl. III) :

TABLEAU III

Limites des groupes (taux parcellaires de talles ou de plantes fortement attaquées)

Groupes.	Taux parcellaires des talles fortement attaquées (note 4 ou 5).	Taux parcellaires des plantes présentant de fortes attaques (note 4 ou 5).
I	moins de 9 %	moins de 20 %
II	de 12 à 18 %	de 26 à 50 %
III	de 22 à 40 %	de 56 à 70 %
IV	plus de 45 %	plus de 76 %

La répartition des parcelles entre les divers groupes en fonction de cette échelle (tabl. I, colonne 7 et 8) est sensiblement la même que celle obtenue lors du premier classement (tabl. I, colonne 6), à l'exception toutefois des parcelles intéressant :

trois variétés (*Saissette de Maninet, Evolution, Fylgia*), pour le deuxième classement ;

quatre variétés (*Blé du Mesnil, Evolution, Paris, Pax*), pour le troisième classement.

Ces parcelles se situent d'ailleurs dans les groupes voisins.

La notation qui se limite au relevé des plantes fortement touchées par le piétin, beaucoup plus rapide que celle nécessitant l'examen et la classification de chaque talle, procure cependant une information valable pour une infestation de l'ordre de celle réalisée dans cet essai.

Cette notation doit pouvoir être utilisée avec profit :

pour effectuer une première discrimination parmi des variétés dont le comportement vis-à-vis du piétin-verse est inconnu, une notation plus complète n'étant ensuite appliquée qu'aux variétés reconnues peu ou moyennement sensibles ;

pour apprécier l'infestation par le *C. herpotrichoïdes* de parcelles d'essais comparatifs fortement atteintes.

VI. DIFFÉRENCES VARIÉTALES DE SENSIBILITÉ AU PIÉTIN-VERSE

Un tel classement des parcelles de l'essai pourrait ne provenir que de simples différences dans la dissémination de la maladie, si la sensibilité des diverses variétés était comparable. Il apparaît au tableau III que les taux de

contamination relatifs aux divers groupes augmentent régulièrement de celui le moins attaqué (groupe I) jusqu'au plus atteint (groupe IV) ; on pourrait supposer que le classement des parcelles dépend en définitive des taux de contamination, et que la variation de ces derniers est entièrement aléatoire.

Cependant l'examen des résultats relatifs aux parcelles témoins de la première répétition (tabl. IV) ainsi qu'aux deux répétitions (tabl. V) met en évidence l'existence de réelles différences de sensibilité au piétin-verse entre variétés :

TABLEAU IV

Parcelles-témoins de la première répétition (variété Cappelle-Desprez)

N° du témoin..	Nombre de plantes.	Taux de contamination.	Moyennes parcellaires des notes par plantes.	Talles présentant des attaques de note 4 ou 5 en %.	Plantes présentant des attaques de note 4 ou 5 en % (2).
1 (1 ligne)	17	78	1,58 ± 0,227	6	
2 (2 lignes)	38	44	0,75 (1)	3	
3 (1 ligne)	21	48	1,12 ± 0,178	3	
Cappelle (3)	38	64	1,24 ± 0,200	4.5	23

(1) Le relevé par plante des notes des diverses talles n'a pu être effectué sur cette parcelle. Ce chiffre concerne la note moyenne de l'ensemble des talles.

(2) Les pourcentages obtenus sur les témoins ne sont pas indiqués en raison du petit nombre de plantes des échantillons.

(3) Chiffres obtenus en totalisant les notations des parcelles 1 et 3.

Ces résultats appellent les observations suivantes :

1° La relation entre les taux de contamination et les indices d'infestation (notamment les moyennes des notes par plante) est manifeste : les moyennes des parcelles-témoins varient dans le même sens que les taux de contamination (tabl. IV) et les moyennes d'attaque observées sur la deuxième répétition (tabl. V) pour des taux de contamination relativement peu importants sont très inférieures à celles de la première répétition.

Cependant, la variation entre les taux de contamination des diverses parcelles (tabl. I, colonne 2) est assez réduite étant donnée la fluctuation qu'ils présentent sur les diverses parcelles du témoin (tabl. IV), et ne saurait conduire à établir des distinctions entre variétés : on peut tout au plus remarquer que les taux de contamination de la variété *Cappelle-Desprez* sont nettement les plus bas pour l'une et l'autre répétition.

Par contre, les caractéristiques relatives à l'*intensité* de la maladie présentent une variation beaucoup plus importante et conduisent (tabl. IV) à classer les trois parcelles du témoin dans le groupe I (peu atteint).

2° Le classement des variétés d'après les moyennes des notes par plante, est le même pour les deux répétitions, bien que celles-ci diffèrent notablement en ce qui concerne les taux de contamination. Dans les deux cas :

TABLEAU V

Indices d'infestation relatifs à huit variétés pour deux répétitions

Variétés	Première répétition			Deuxième répétition		
	Taux de contamination	Moyenne des notes d'attaque par plante	Plantes présentant des attaques de notes 4 ou 5 en %	Taux de contamination	Moyenne des notes d'attaque par plante	Plantes présentant des attaques de note 4 ou 5 en %
Groupe I :						
Cappelle-Desprez	64	1,24	23	20	0,4	5
Groupe II :						
Hybride du Joncquois	82	1,69	30	40	0,8	11
Mentana	70	1,82	41	60	1,25	22
Polonium	76	1,97	40	48	1,21	35
Petit-Quinquin	79	1,98	50	49	1,12	37
Groupe III :						
Auchy	86	2,46	63,5	53,5	1,26	41,5
Marival	86	2,71	67,5	50	1,36	52,5
Pax	89	2,87	83	54	1,34	43,5

Significations au seuil de 5 %, entre variétés, d'après les moyennes de notes par plante :

Première répétition :

1. *Cappelle-D* = significativement différente des autres variétés.
2. *H. du Joncquois, Mentana, Polonium Petit-Quinquin* : ne diffèrent pas significativement entre elles, mais sont significativement différentes des variétés *Auchy, Marival, Pax.*
3. *Auchy, Marival, Pax* : ne présentent pas de différences significatives entre elles.

Significations au seuil de 5 %, entre variétés, d'après les moyennes des notes par plante :

Deuxième répétition :

1. *Cappelie-D* : significativement différente des autres variétés.
2. *Hybride du Joncquois* : significativement différente des variétés *Marival* et *Pax.*
3. Les autres variétés ne présentent pas entre elles de différences significatives.

la variété *Cappelle-Desprez* se distingue nettement comme étant la moins atteinte ;

la variété *Hybride du Joncquois* se situe en tête du groupe II (parcelles assez atteintes) ;

les variétés *Marival* et *Pax* sont les plus atteintes.

La concordance des observations réalisées pour des intensités d'attaque par le *C. herpotrichoïdes* différentes, établit la réalité des différences de comportement entre variétés.

Ces résultats font ainsi apparaître de réelles différences, dont l'importance agronomique reste à préciser, entre des variétés de blés tendres cultivées quant à leur sensibilité au piétin-verse. Ces différences se traduisent, dans le cas des variétés les moins sensibles, par un nombre moins important de talles attaquées, mais surtout par une évolution plus lente du parasite sur les plantes infectées.

Il semble que, pratiquement, des quatre groupes distingués, en ce qui concerne le degré d'atteinte des parcelles, trois catégories peuvent être retenues du point de vue du comportement variétal, soit :

Catégorie I : variétés peu sensibles, constituant les parcelles du groupe I et certaines de celles situées en tête du groupe II.

Catégorie II : variétés sensibles, constituant la majorité des parcelles du groupe II.

Catégorie III : variétés très sensibles, constituant les parcelles du groupe IV.

Les parcelles du groupe III comprennent des variétés sensibles ou très sensibles. De nouveaux essais ont été entrepris en 1952, sur champ artificiellement infecté, et en présence de témoins « peu sensibles » et « très sensibles », avec les variétés du groupe I ainsi que celles de la première moitié du groupe II, afin de préciser leur comportement.

Par ailleurs, des notations relatives à la proportion de plantes fortement atteintes, ont conduit à classer dans la catégorie III (variétés très sensibles), les variétés : *Vilmorin 27*, *Yga* et *Etoile de Choisy*.

Les seules publications se rapportant au comportement vis-à-vis du piétin-verse de variétés comprises dans cet essai qui ont pu être retrouvées dans la bibliographie concordent avec ces résultats. C'est ainsi que des observations effectuées en Angleterre, à l'occasion de la sévère attaque de l'année 1950 (10), relatent le bon comportement de la variété *Cappelle-Desprez*, mais la forte sensibilité de la variété *Nord-Desprez*. Par ailleurs, la variété *Vilmorin 23* s'est montrée la moins atteinte dans les essais entrepris par BORMANS et ATHANASOFF (10) en 1929.

RÉSUMÉ

Des investigations relatives au comportement vis-à-vis du piétin-verse de 54 variétés cultivées en France, conduites au Centre National de Recherches Agronomiques sur parcelles artificiellement infectées, ont fait apparaître :

l'influence de la quantité d'inoculum apporté sur le champ sur les taux de contamination et les dégâts constatés ;

la possibilité de noter les dégâts constatés sur parcelles de diverses manières demandant un travail d'observation plus ou moins étendu, mais conduisant à des classements comparables ;

l'existence de différences notables de sensibilité parmi les variétés testées. L'importance agronomique de ces différences de comportement reste toutefois à préciser.

BIBLIOGRAPHIE

(1) SRAGUE (R.). — Cercosporella foot rot of winter grains in the Pacific Northwest. *U. S. depart. of agric. bull.* 8, Déc. 1939.

(2) SPRAGUE (R.) et FELLOWS (H.). — Cercosporella foot rot of winter cereales. *U.S. depart. of agric. Techn. bull. 428*, Washington D. C. ; 1934.

(3) SPRAGUE (R.). — Relative susceptibility of certain species of graminae to Cercosporella *Journ. Agr. Res. 53* ; p. 659-670 ; 1936.

(4) SPRAGUE (R.). — Varietal resistance of wheat to foot rot. *U. depart. of agric. report of the fifth western wheat conference*, p. 67 ; 1950.

(5) FRON (G.). — Contribution à l'étude de la maladie du pied noir des céréales ou maladie du piétin. *Annales. Science Agr.* 1re année, 4e série, I ; 1912.

(6) FOEX et ROSELLA. — Recherches sur le piétin. *Ann. Epiphyties 17*, p. 51-82 ; 1930.

(7) FOEX et ROSELLA. — Sur les diverses formes du piétin. *Rev. Path. Vég. et Entom. Agric. 17*, p. 41-51 ; 1930.

(8) FOEX. — Quelques observations sur les maladies du pied des céréales. *C. R. Acad. Agric. XXI*, p. 501-505 ; 1934.

(9) FOEX et ROSELLA. — Les piétins du Blé. *Rev. Path. Vég. et Entom. Agric., 21*, p. 9-14 ; 1934.

(10) BORMANS et ATHANASOFF. — Communications sur des essais entrepris à la Station de Montfort-l'Amaury. *Rev. Path. Vég. et Entom. Agric. 17*, p. 65-68 ; 1930.

(11) X. — *Annual report of the Norfolk Agric. Station 1940-50*, p. 12 ; 1951. Analy. dans *Plant Bred. Abst. XXI, vol. 2, abst. 911* ; 1951.

COMPORTEMENT DE DEUX ESPÈCES DE GRAMINÉES FOURRAGÈRES EXPLOITÉES SUIVANT DES RYTHMES DIFFÉRENTS

PAR

J. REBISCHUNG, L. FÉLIX, M. THOMAS,
Y. DEMARLY et M. KERGUELEN
Station Centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes

PLAN DU MÉMOIRE

I. — **Introduction.**

II. — **Matériel et méthodes.**

III. — **Résultats généraux.**

1° Comportement des espèces au cours des trois années d'exploitation.

2° Comportement des individus d'une même espèce au cours des années.

A) Dactyle

a) Régime de Fauche.
b) Régime de Pâture.
c) Valeur du rapport P/F.

B) Fromental.

a) Régime de Fauche.
b) Régime de Pâture.
c) Valeur du rapport P/F.

3° Conclusions.

IV. — **Caractères végétatifs et spécialisation.**

1° Port des Touffes. — Aptitude à produire en Pâture.

2° Disposition des nœuds à la base des tiges. — Aptitude à produire en Pâture.

A) Étude du Caractère.
B) Relations étudiées.

3° Précocité de départ au Printemps. Rendement en coupes fréquentes.

4° Précocité de floraison. Rendement en Fauche.

V. — **Étude particulière de certaines clones.**

1° Étude des racines.

A) Méthode.
B) Résultats obtenus chez le Fromental.
C) Résultats obtenus chez le Dactyle.

a) Caractéristiques des deux groupes : Pâture et Fauche.
b) Étude des relations entre la densité de racines et les résultats de l'exploitation en 1951.

2° Étude de la résistance à l'épuisement chez le Dactyle.

A) Relation entre le coefficient d'épuisement et la densité de racines.
B) Résistance à l'épuisement en Fauche, chez les deux groupes.
C) Résistance à l'épuisement en Pâture, chez les deux groupes.
D) Résistance à l'épuisement en Fauche et en Pâture.
E) Résistance à l'épuisement vis-à-vis des deux régimes au cours des années.
3° Rythme de croissance et mode d'exploitation.
A) Précocité de floraison, rendement et rythme de production.
a) Précocité de floraison et rendement en Fauche et en Pâture.
— rendements totaux annuels.
— rendements en première exploitation.
b) Précocité de floraison et rythme de production en Fauche.
B) Précocité d'apparition de la quatrième feuille et rythme de production en pâture.

VI. — Conclusions.
VII. — Résumé.
VIII. — Bibliographie.

I. — INTRODUCTION

En 1946, débutaient à la Station Centrale d'Amélioration des Plantes les travaux de sélection des espèces fourragères et en particulier des Graminées. L'analyse de diverses populations de Fromental et de Dactyle permit, après la forte attaque de rouilles de l'automne 1946 et le rude hiver 1946-47, d'isoler un certain nombre de plantes survivantes. Celles-ci furent considérées comme plantes-mères et utilisées dans le but de créer des souches destinées à figurer, soit dans des prairies de fauche, soit dans des pâtures.

Nous ne savions pas s'il existait pour les plantes une adaptation à la fauche ou à la pâture. Il était donc nécessaire de leur appliquer des traitements identiques à ceux qu'elles subiraient si elles étaient placées dans des prairies, soit fauchées, soit pâturées et d'étudier leur comportement vis-à-vis de ces deux modes d'exploitation. Les résultats de cette étude présentés au cours de ce mémoire, ont été obtenus durant les trois années 1949, 1950 et 1951.

II. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

Deux espèces de Graminées, présentes dans la majorité des prairies françaises, ont été étudiées : il s'agit du Dactyle pelotonné, (*Dactylis glomerata L.*), et du Fromental, ou Avoine élevée (*Arrhenatherum elatius* Mert. et K.).

Les individus conservés appartenant à la première de ces espèces étaient en nombre de 123, tous issus d'une population prélevée dans des peuplements naturels de la Région Parisienne. Deux provenances de Fromental : l'une de la région de Gap, l'autre des environs de Paris avaient, la première 80, la seconde 63 représentants.

Chacune des plantes des deux espèces fut divisée en dix éclats repiqués au printemps 1948 en deux lignes espacées de 0,60 m. Chaque ligne de 5 plantes (distantes de 0,40 m) fut exploitée, à partir du printemps 1949 et jusqu'à l'automne 1951, suivant un régime déterminé.

Généralement, les prairies de fauche sont exploitées 3 fois au cours d'une année, la première coupe étant faite à l'époque de floraison des Graminées. En conséquence, une ligne de chaque clone fut coupée suivant ce rythme. En 1949 et 1950, la date de première exploitation coïncide, pour chaque individu, avec sa date de floraison.

Par contre, en 1951, tous les clones furent fauchés, au printemps, le 13 juin.

Le système d'exploitation intensive des pâtures, dont la généralisation est souhaitable, consiste à faire passer les animaux sur une parcelle donnée, en moyenne une fois par mois, pendant la période qui s'étend, pour la Région Parisienne, d'avril-mai à octobre-novembre. Les souches de Graminées figurant dans de telles prairies doivent pouvoir supporter un tel rythme de consommation. Pour détecter la présence de plantes-mères aptes à être utilisées dans la création de souches de ce type, la seconde ligne de chaque clone fut coupée une fois par mois. En 1949 et 1950, la date de première exploitation fut fonction de la précocité d'apparition de la quatrième feuille sur la majorité des talles d'un individu. En 1951, tous les clones furent coupés uniformément et pour la première fois, le 22 mai. Le nombre de coupes effectuées au cours des différentes années, sur les lignes soumises au régime destiné à imiter la pâture fut :

Pour le Dactyle :	Pour le Fromental :
En 1949 : 7 ;	En 1949 : 7 :
En 1950 : 7 ;	En 1950 : 5 :
En 1951 : 7 ;	En 1951 : 5 (maximum).

Pour cette dernière année, seuls certains clones de Fromental ont pu être exploités cinq fois.

Après chaque exploitation, la quantité de matière verte produite par la ligne intéressée d'un clone a été pesée.

Les résultats obtenus à la suite de ces opérations nous ont permis d'étudier :

1° le comportement des deux espèces,

2° le comportement des individus d'une même espèce,

3° le comportement de certains clones spécialement suivis, vis-à-vis des deux types d'exploitation, que nous désignerons par F (fauche) et P (pâture). Nous envisagerons donc, tout d'abord, les résultats d'ensemble, puis l'étude de quelques relations générales entre rendements et caractères végétatifs, enfin, les résultats fournis par des individus spécialement suivis.

III. — RÉSULTATS GÉNÉRAUX

1° Comportement des espèces au cours des trois années d'exploitation

La production de matière verte par plante a été calculée, pour l'ensemble des coupes effectuées au cours de chaque année, soit en régime F, soit en régime P. Nous avons conservé, chez le Fromental, la distinction entre les deux populations afin de pouvoir les comparer. Les deux tableaux ci-dessous résument les résultats.

TABLEAU I

Exploitation en Fauche

	Nombre de clônes exploités			Rendement en g par plante			Rendement moyen annuel en g par plante
	1949	1950	1951	1949	1950	1951	
Dactyle	123	123	123	842	769	895	835
Fromental :							
Gap	80	80	80	815	813	575	735
Versailles	63	63	63	897	877	651	805

TABLEAU II

Exploitation en Pâture.

	Nombre de clones exploités			Rendement en g par plante			Rendement moyen annuel en g par plante subsistante
	1949	1950	1951	1949	1950	1951	
Dactyle	123	123	123	721	509	550	593
Fromental :							
Gap	80	72	48	547	171	228	315
Versailles	63	58	36	605	144	195	315

En régime de fauche, le nombre de clones exploités reste le même pour chaque lot, au cours des trois années : toutes les plantes étudiées supportent aisément d'être coupées 3 fois au cours de chaque période de croissance. Chez le Fromental, la quantité de matière verte produite décroît continuellement, mais surtout de la 2e à la 3e année. Il semble donc que cette espèce ne soit intéressante à utiliser que dans la création de prairies temporaires de courte durée. Par contre, le Dactyle continue à produire une quantité abondante de fourrage même en 3e année, où il surpasse nettement l'autre espèce. Il peut figurer dans

des associations destinées à l'établissement de prairies de fauche plus durables. Au cours des trois années, à Versailles, la population locale de Fromental est la plus productive.

En régime de coupes fréquentes, les espèces se comportent très différemment. Tous les clones de Dactyle ont survécu à cette exploitation intensive. En moyenne, 60 % seulement des plantes de Fromental ont pu être utilisées au cours de la dernière année. Un χ^2 d'homogénéité ne permet pas de mettre en évidence une différence de comportement entre les deux populations, à ce sujet. Ce régime d'exploitation s'avère beaucoup plus épuisant que le précédent : ceci se traduit par le fait que les quantités de matière verte produites, en 3e année par les plantes subsistantes sont, dans tous les cas et même chez le Dactyle, nettement inférieures à leurs correspondantes de 1re année.

L'examen des deux tableaux précédents permet en outre de constater :

a) qu'en régime de fauche, chez le Dactyle seulement, la production moyenne par plante est plus élevée en 1951 qu'en 1950, bien que ces deux années soient très comparables au point de vue climatique ;

b) que chez les deux espèces, la production moyenne par plante, en régime de coupes fréquentes, est plus élevée en 1951 qu'en 1950. Il est à noter cependant, qu'au cours de la 3e année, chez le Fromental, seuls les individus survivants ont contribué à l'établissement de cette moyenne. L'accroissement de celle-ci pourrait être imputable à deux causes : conditions climatiques plus favorables en 1951, ou fait qu'il ne subsiste en 3e année, que les individus vraiment « adaptés » à ce rythme d'exploitation. Or les deux saisons 1950 et 1951 sont à peu près identiques, surtout en ce qui concerne l'abondance et la répartition des précipitations, facteurs principaux de production en régime de coupes fréquentes.

La seconde cause paraît être la plus effective. Ses conséquences nous amènent à envisager l'hypothèse de l'existence d'individus particulièrement résistants à l'exploitation intensive et aptes à produire dans ces conditions. Ceux-ci devraient être tels que le rapport de leurs productions annuelles, représenté par le symbole P/F, soit élevé. Le tableau ci-dessous résume les résultats globaux observés au cours des trois années, relativement à la valeur de ce rapport.

Valeur du rapport moyen P/F, caractéristique des individus subsistant en régime P

	1949	1950	1951
Dactyle	0,860	0,660	0,615
Fromental :			
Gap	0,670	0,210	0,400
Versailles	0,675	0,165	0,300

Chez le Fromental, quelle que soit la population envisagée, on observe un relèvement de la valeur du rapport en 1951. Ceci semble confirmer l'hypothèse précédente. Chez le Dactyle, par contre, la diminution constante de sa valeur, et le fait que tous les individus étudiés ont supporté le régime de coupes fré-

quentes, indiquent que la majorité des plantes constituant la population de départ est plutôt de type « Fauche », ce qui n'exclut pas que certaines d'entre elles, en minorité, puissent servir de souches de départ pour la création d'un type « Pâture ».

Il apparaît nécessaire de poursuivre cette étude à l'échelle « individu ».

2° Comportement des individus d'une même espèce, au cours des années

Le but principal de ces travaux était de mettre en évidence l'existence de plantes-mères plus aptes à produire suivant l'un ou l'autre des types d'exploitation des prairies, dans le matériel de départ des têtes de lignées. Il fallait savoir tout d'abord si le rendement annuel d'une plante en régime de fauche ou de coupe fréquente ainsi que l'indice de comparaison P/F permettaient de mesurer son aptitude à la production, et à une forme donnée de production, c'est-à-dire l'influence de son génotype ou si celle-ci est totalement masquée par celle du milieu. Ceci a été réalisé, en calculant, d'une part des corrélations entre les valeurs caractéristiques des individus, au cours des années successives, d'autre part des « corrélations » de rang. Ces dernières sont évaluées en tenant compte des numéros d'ordre attribués à chaque individu, au cours des années, et s'expriment de la manière suivante :

Si d représente l'écart entre les numéros d'ordre attribués à une même plante au cours de deux années ;

N le nombre de plantes classées,

la valeur r du coefficient de corrélation de rang est :

$$1 - \frac{6\,\Sigma d^2}{N(N^2 - 1)}.$$

La signification d'un tel coefficient est calculée, en estimant $t = r\left(\frac{N}{1-r}\right)^{1/2}$, avec (N-2) degrés de liberté.

Le calcul de ces coefficients permet d'estimer la probabilité qu'ont l'ensemble des individus composant une population de se classer de manière identique vis-à-vis d'événements successifs, en particulier d'évaluer quelle chance a une plante classée première en 1950 de se retrouver au même numéro d'ordre en 1951.

Nous envisagerons successivement les résultats relatifs au Dactyle, puis aux deux populations de Fromental.

A. — Dactyle

a) Régime de Fauche

Chaque année, les individus ont été classés, par ordre de rendement décroissant, de 1 à 123. Les productions extrêmes observées ont été :

En 1949	1 307,5 g et 485
— 1950	1 432,5 g et 361
— 1951	1 810 g et 395

Au cours des trois années, le clone D_{36-19} se classe en tête et D_{23-6} est le plus faible en 1949 et 1951.

Les valeurs des coefficients de corrélation de rang sont, pour les comparaisons des trois années, prises deux à deux :

1949-1950	$r = 0{,}615$
1950-1951	$r = 0{,}793$
1949-1951	$r = 0{,}462$

La plus petite valeur significativement différente de 0, à une probabilité de 0,05 étant 0,174, il en résulte que les clones jugés comme les plus productifs en 1949 ont environ une chance sur deux de l'être encore en 1951. Cette constatation n'a d'intérêt que si les quantités produites demeurent importantes, et nous avons remarqué que les productions extrêmes observées au cours des trois années augmentent très nettement pour D_{36-19} et se maintiennent à peu près équivalentes pour D_{23-6}. Nous avons pu vérifier que les rendements obtenus sur les 123 clones en 1950 étaient significativement liés à leurs correspondants de 1949 ; la valeur de ce coefficient de corrélation étant $r = 0{,}763$.

Dans une population donnée, maintenue dans son milieu d'origine et présentant, en ce qui concerne la possibilité de production en régime de fauche, une variabilité importante de l'ordre de 30 %, le choix des individus les plus productifs semble pouvoir être effectué après une année d'études, seulement.

b) Régime de Pature

Les mêmes conclusions d'ensemble peuvent être tirées, à l'aide des données exposées ci-dessous.

Productions extrêmes observées

En 1949	1 132,5 g et 381,25
— 1950	1 007,5 g et 210
— 1951	1 210 g et 345

En 1949 et 1951, D_{16-31} se classait en tête, et en 1950 et 1951, $D_{23\ 10}$ était le plus faible.

Valeur des coefficients de corrélation de rang

1949-1950	0,573
1950-1951	0,359
1949-1951	0,286

Ces trois coefficients sont significatifs, mais leurs valeurs sont nettement moins élevées que celles de leurs correspondants du régime fauche.

Les productions individuelles de 1949 et 1950, sont liées par une relation significative, de coefficient $r = 0{,}627$.

c) Valeurs du rapport P/F.

L'aptitude d'une plante à être exploitée suivant un régime intensif est évidemment fonction de la quantité de matières vertes qu'elle produit dans ces conditions ; en outre, la rentabilité de l'application de ce système d'exploitation à cet individu ou à une souche déterminés est fonction de la valeur de leur indice P/F.

En conséquence, pour distinguer les plantes-mères pratiquement les plus aptes à servir à la création de souches de pâture, nous avons étudié, suivant le même schéma que précédemment, les variations de l'indice : P/F, après avoir envisagé celles des quantités produites en régime P.

Valeurs extrêmes observées

En 1949	1,37	et 0,64
— 1950	1,18	0,41
— 1951	1,52	0,27

D'après ces données, il apparaît que certains clones subissent le traitement « coupes fréquentes » en s'épuisant très sensiblement : la diminution importante de la valeur de l'indice minimum est surtout imputable au déséquilibre existant entre les abaissements des rendements fournis après l'application des deux rythmes d'exploitation. En effet, les valeurs minima des quantités produites n'ont pas évolué de manière si sensible. Pour l'année 1951, le coefficient de variabilité de l'ensemble des indices P/F est de l'ordre de 37 %, alors que ceux des rendements en fauche et en pâture (éléments du rapport), sont respectivement 32 % et 28,6 %.

Valeurs des coefficients de corrélation de rang

1949-1950	= 0,208	$0,05 > P > 0,01$
1950-1951	= 0,378	$P < 0,01$
1949-1951	= 0,202	$0,05 > P > 0,01$

Les valeurs des indices relatifs à un individu déterminé, calculées pour 1949 et 1950, sont liées par une relation significative de coefficient $r = 0,296$.

D'après ces résultats, on s'aperçoit que l'indice P/F est une caractéristique beaucoup plus fluctuante que les deux valeurs qui permettent de l'évaluer, mais qu'il doit permettre plus sûrement de détecter les plantes-mères de souches de pâture.

B. — **Fromental**

Pour toutes les études effectuées sur cette espèce, les deux populations : Gap et Versailles ont été séparées.

a) Fauche

Le Fromental est à considérer comme une espèce surtout utilisée et présente dans les prairies de fauche, d'où les deux lots sont issus. Les quantités produites maxima et minima, au cours des années d'études ont été :

	Gap	Versailles
En 1949	1 351,5 g et 496,25	1 313,75 g et 302,5
— 1950	1 511,5 g et 300	1 462,5 g et 140
— 1951	1 560 g et 85	1 297,5 g et 110

Les individus les plus productifs de la population méridionale sont préférables à leurs correspondants de la région de Versailles, ce qui justifie en partie la renommée du Fromental des Hautes-Alpes. Par contre, dans le milieu parisien, les plantes les moins productives de la population indigène s'épuisent beaucoup moins rapidement que celles qui leur correspondent dans le type méridional et, si l'on considère les résultats globaux (Tableau I), la proportion d'individus dignes d'intérêt est plus élevée dans le lot originaire de la région parisienne.

Lorsque l'on considère le classement des clones, à l'intérieur de chaque écotype, suivant les années, on observe les résultats suivants :

Valeurs des coefficients de corrélation de rang.

	Population de Gap	Population de Versailles
1949-1950	0,600	0,411
1950-1951	0,715	0,758
1949-1951	0,308	0,681

On constate que l'ordre suivant lequel se classent les individus de la population indigène à deux années d'intervalle est le plus stable (0,681 au lieu de 0,308). Ceci est biologiquement normal.

Les productions individuelles de 1949 et 1950, sont à l'intérieur des deux origines, liées significativement : leurs coefficients de corrélation sont respectivement 0,590 pour le type méridional et 0,582 pour celui de Versailles.

b) Pature

Il n'a été tenu compte, dans les calculs résumés ci-dessous, que des plantes ayant subsisté pendant les trois années. Les deux populations ne diffèrent d'ailleurs pas significativement quant à la répartition des individus exploitables un, deux ou trois ans.

Nombre de clones exploités en coupes fréquentes pendant :

	Une année	Deux années	Trois années
Écotype de Gap	8	24	48
— de Versailles	5	22	36

Le test χ^2 utilisé pour juger de l'homogénéité des deux distributions, a une valeur de 0,328, correspondant à une probabilité comprise entre 0,80 et 0,90.

Les rendements en matières vertes, maxima et minima, observés en ne tenant compte que des effectifs, 48 et 36, ont été, chez les deux populations :

	Gap		Versailles	
en 1949	806,25 g	et 359	935 g	et 175,5
en 1950	510,5	27	353,75	59,25
en 1951	815	15	471	15

Il est à remarquer, comme pour les résultats obtenus en régime de fauche, que l'épuisement des plantes les moins productives dans l'écotype méridional, est plus accentué, bien que leur rendement en première année soit deux fois plus élevé que celui de leurs correspondantes de la population parisienne.

Alors que chez le Dactyle, les coefficients de corrélation de rang sont tous trois significatifs et positifs, il en est tout autrement chez le Fromental.

	Gap	Versailles
1949-1950	+ 0,522 ($P < 0,01$)	+ 0,245 N. S.
1950-1951	+ 0,322 ($0,02 > P > 0,01$)	+ 0,077 N. S.
1949-1951	+ 0,066 N. S.	— 0,386 $P < 0,01$

Le comportement des individus constituant les deux populations est très différent. Dans l'écotype de Gap, il semble n'y avoir de plantes productives et d'une manière stable, en régime de Pâture, que pour un laps de temps ne dépassant pas deux années. Leur nombre doit être très restreint, car la moyenne de rendement de la 2e année n'est que 171 g, au lieu de 547, en première année. Parmi les plantes constituant la population de Versailles, celles qui ont assuré la production en 1951, sont vraisemblablement les dernières classées en 1949 ($r = -0,386$), tout en s'étant comportées de manière imprévisible dans l'intervalle de temps. Le tableau ci-dessous confirme et illustre cette constatation.

Ecotype Versailles Plante-Mère	1949 Rang	1949 Production en g	1950 Rang	1950 Production en g	1951 Rang	1951 Production en g
A_{20}-2	17e	642,50	13e	213,5	1er	471
A_{22}-12	37e	246,75	28e	96	2e	435
A_4-4	9e	793,75	4e	288	35e	30
A_6-14	12e	741,25	10e	225,5	36e	15

c) Valeurs du rapport P/F

Etant donnés les résultats précédents, il était nécessaire, non seulement d'étudier le mode de classement des individus d'après la valeur de P/F, mais également les variations de l'indice caractérisant les productions d'une plante déterminée.

Les valeurs extrêmes observées, dans les deux populations et pour les trois années d'exploitation, sont indiquées ci-dessous :

	Gap	Versailles
En 1949	1,04 et 0,34	0,97 et 0,23
— 1950	0,57 et 0,04	0,42 et 0,06
— 1951	1,43 et 0,02	1,30 et 0,02

Entre les indices caractéristiques d'une plante, au cours des trois années prises deux à deux, existe une relation dont le coefficient prend les valeurs suivantes :

	Gap.		Versailles.	
1940-1950	+ 0,347	P ⩽ 0,02	+ 0,025	N. S.
1950-1951	— 0,074	N. S.	— 0,138	N. S.
1949-1951	+ 0,126	N. S.	— 0,502	P. < 0,01

D'après les résultats obtenus en première année d'exploitation, il est possible de sélectionner des plantes spécialisées pour la production en régime de coupes fréquentes. Ce choix sera valable pour les deux premières périodes de récolte seulement, parmi les individus de la population méridionale, si on l'effectue parmi un groupe à P/F élevé. Par contre, les plantes les plus spécialisées dans ce sens présentes dans l'écotype Parisien, ne manifestent nettement leurs propriétés qu'en 3e année et sont à rechercher parmi celles qui, au cours de la première saison d'utilisation, ont un indice P/F bas. Ces conclusions sont en accord avec celles qui ont été tirées à la fin du paragraphe précédent, précisant le comportement des 2 écotypes relativement à leur production en régime de coupes fréquentes.

Examinons maintenant les résultats fournis par la comparaison des classements effectués au cours des différentes années, d'après les indices P/F individuels.

Corrélations de Rang des indices individuels caractéristiques des clones ayant subsisté pendant les trois années

	Gap.		Versailles.	
1949-1950	— 0,279	0,05 > P > 0,02	+ 0,122	N. S.
1950-1951	+ 0,187	N. S.	— 0,075	N. S.
1949-1951	— 0,057	N. S.	— 0,340	P ⩽ 0,02

L'examen de ces derniers, nous permet d'apporter d'intéressants compléments aux conclusions exprimées précédemment. Dans la population de Gap, on constate à nouveau que les individus aptes à être exploités en régime de pâture, le sont uniquement pour les deux premières années. En outre, parmi les clones qui, après la première période d'utilisation, ont un indice P/F élevé, ceux qui s'avèreront les plus aptes en seconde année, à subir une exploitation intensive, sont caractérisés par un P/F relativement faible. Dans l'écotype indigène la même conclusion peut être tirée, cette fois pour les individus ayant des indices très faibles en première saison ; en outre, cette conclusion intéresse les productions de troisième année. Les tableaux présentés ci-après illustrent cette interprétation.

Population de Gap

Plante-Mère	1949 Rang	1949 Indice P/F	1950 Rang	1950 Indice P/F
A_5-3	1	1,04	8	0,27
A_6-47	4	0,87	34	0,13
A_{13}-8	9	0,80	5	0,29
A_{13}-46	24	0,68	15	0,22

La valeur moyenne de l'indice P/F, dans cette population était, 0,68 en 1949, et 0,19 en 1950.

Population de Versailles

Plante-Mère	1949 Rang	1949 Indice P/F	1950 Rang	1950 Indice P/F
A_{18}-5	36	0,40	1	1,30
A_{10}-6	31	0,47	15	0,37
A_6-8	26	0,56	16	0,33
A_{17}-8	21	0,64	18	0,26

La valeur moyenne de l'indice P/F, dans l'écotype Parisien était 0,67 en 1949 et 0,36 en 1951. A l'intérieur de cette population le rendement des individus subsistant en pâture, durant l'année 1951 est effectivement lié au rapport $\frac{\text{P/F 1951}}{\text{P/F 1949}}$, par une relation significative de coefficient

$$r = + 0{,}388 (0{,}02 > P > 0{,}01).$$

3° Conclusions

L'étude des résultats généraux nous fournit des indications intéressantes au point de vue de la sélection de plantes-mères. Si l'on cherche à créer des souches de fauche ou de pâture, le choix des individus pouvant être utilisés comme têtes de lignées, peut être effectué, chez le Dactyle et le Fromental, en connaissant uniquement les résultats de la première année d'exploitation.

Chez les deux espèces, les plantes les plus productives en fauche sont à conserver, pour constituer le matériel de départ d'une souche de fauche.

Chez le Dactyle et le Fromental de Gap, les têtes de lignées d'un type de pâture se trouvent parmi les individus les plus productifs au cours de la première année en régime de coupes fréquentes. Alors que les premiers classés sont à conserver s'il s'agit du Dactyle, les plantes de Fromental pouvant donner naissance à une souche pour prairies pacagées de faible durée (1 ou 2 ans), se classent dans le tiers moyen de la distribution caractérisant la population.

De l'écotype parisien, il est vraisemblablement possible de tirer un type « Pâture » d'assez longue durée, en conservant comme plantes-mères, dans ce but, celles qui ont les indices P/F les plus faibles en première année.

IV. — CARACTÈRES VÉGÉTATIFS ET SPÉCIALISATION

Dans le chapitre précédent, nous avons vu qu'il était possible, connaissant les rendements d'un individu, exploité suivant les deux régimes, au cours d'une année, d'en déduire approximativement son intérêt au point de vue de la sélection. L'obtention des deux résultats : production annuelle en fauche ou en pâture, nécessite beaucoup de travail, de précision et de temps. Il était intéressant de se rendre compte si l'on pouvait trouver quelques relations suffisamment étroites, entre des caractères végétatifs rapidement observables et les données quantitatives recueillies et, par conséquent, de baser le choix des plantes-mères spécialisées sur ces observations plus faciles.

A cet effet, nous avons étudié les relations suivantes :

Port des touffes. Aptitude à produire en pâture (Indice P/F).

Disposition des nœuds à la base des tiges. Aptitude à produire en pâture.

Précocité de départ au printemps. Rendement en coupes fréquentes.

Précocité de floraison. Rendement en fauche.

1° Port des Touffes
Aptitude à produire en pâture

On croit généralement que les souches de pâture doivent être constituées de plantes étalées. Il semble d'autre part logique de sélectionner des individus dressés pour les faire figurer dans des prairies de fauche. Nous avons tenté de mettre en évidence une relation entre port des touffes et aptitude à produire en régime de coupes fréquentes (mesurée par la valeur de l'indice P/F.)

Cinq classes ont été distinguées, relativement à l'aspect des touffes :

Étalée. Demi-Étalée. Demi-Étalée à Demi-Dressée. Demi-Dressée et Dressée. Les valeurs des indices P/F relatifs à l'année 1949 ont été réparties en classes d'intervalle 0,05.

Des tables de contingence, établies pour l'ensemble des clones de Dactyle et les individus constituant la population de Fromental de Versailles, fournissent des résultats ne permettant pas d'affirmer que la répartition observée chez les deux lots est différente d'une distribution faite uniquement au hasard, ainsi que l'indique le tableau ci-dessous.

	Degrés de liberté	$\sqrt{2\chi^2}$ limite P = 0,05	$\sqrt{2\chi^2}$ calculée
Dactyle	60	12,908	10,71
Fromental Versailles	48	11,746	9,12

La conclusion inverse est tirée de l'examen de la répartition des plantes

constituant l'écotype de Fromental de Gap : la valeur $\sqrt{2\chi^2}$ calculée étant 12,74 et la limite donnée pour P = 0,05, avec 56 degrés de liberté 12,53. Cette constatation est fort contestable, quoique statistiquement valable : un seul individu de la catégorie « Demi-Étalée », ayant un rapport P/F de 1,04 a fortement contribué à accroître la valeur du χ^2 définitif, alors que l'effectif de la population étudiée est de 80.

Pratiquement, nous pensons que, chez ces deux espèces, il est impossible d'effectuer une sélection de plantes de pâture, d'après un classement basé sur le port des touffes.

2° Disposition des nœuds à la base des tiges. Aptitude à produire en pâture

A. — Etude du caractère

Après la première exploitation en fauche, de 1949, nous avons, sur chaque clone, observé la constitution de la base des tiges formées au cours de l'année. L'idée directrice de ce travail était fondée sur les remarques suivantes :

Chez les Graminées, la longueur des entre-nœuds s'accroît de la base vers le sommet des tiges.

Chez les espèces vivaces de cette famille, chaque nœud de base subsistant après une coupe, peut être le point de différenciation d'une talle herbacée et d'un système de racines coronales. Cette différenciation s'opère de manière basipète : le nœud le plus élevé du tronçon de tige porte en effet le bourgeon le plus évolué.

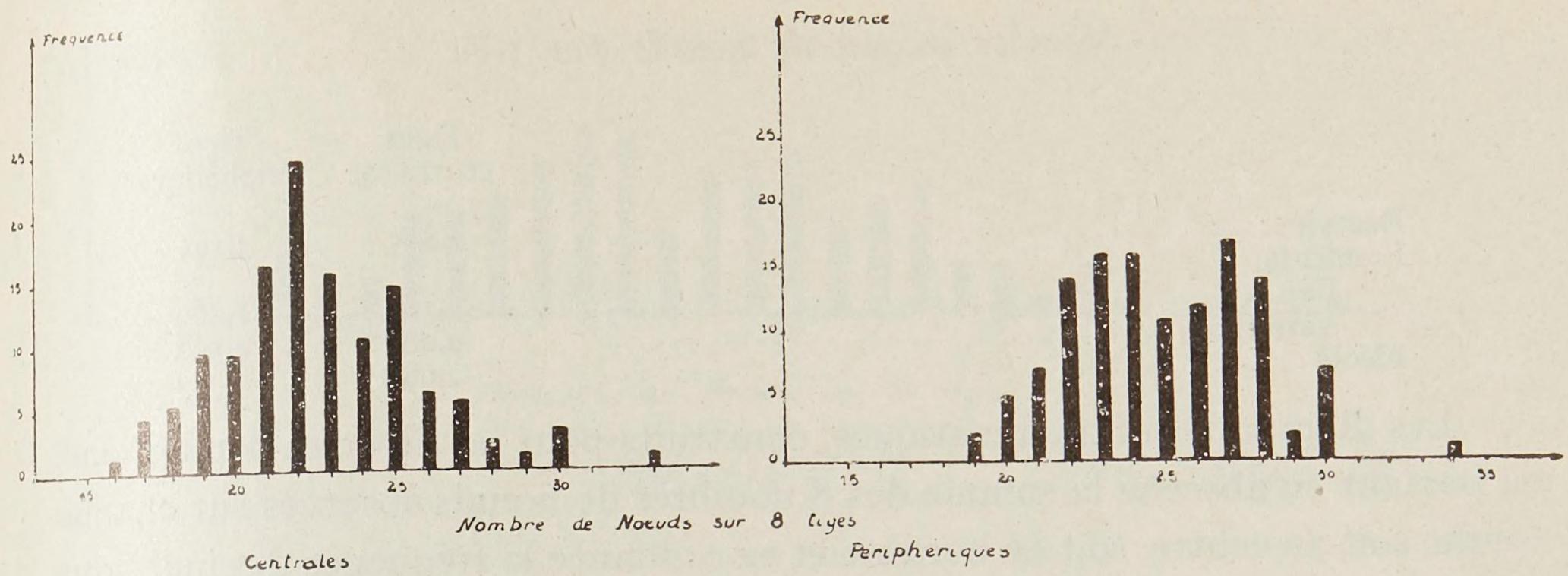
En conséquence :

Si l'on considère les rendements obtenus lors de la première exploitation faite après le comptage, il ne doit pas y avoir de relation entre les résultats des deux observations.

Par contre, le potentiel de repousse, en coupes fréquentes, doit être proportionnel au nombre de nœuds subsistant après une exploitation normale (laissant des tronçons aériens de 3 cm environ).

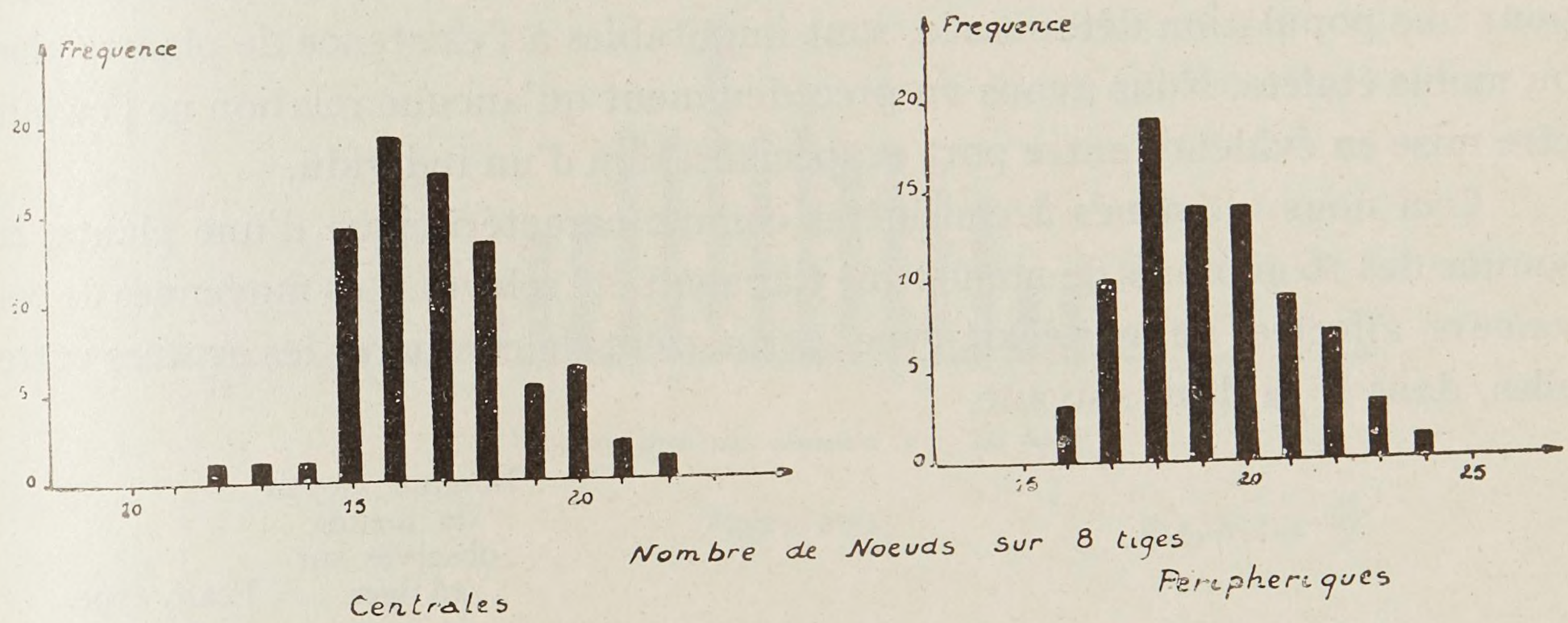
Le dénombrement des nœuds subsistant, après la première coupe de fauche a été effectué le 1er juin 1949. Sur chaque touffe, huit tronçons de tiges ont été prélevés au centre et huit à la périphérie : ceci dans le but de tenir compte de la différence de degré d'inclinaison des tiges en fonction de leur emplacement. Ce travail fut effectué sur les 123 clones de Dactyle, 80 clones de Fromental de Gap, 63 clones de Fromental de Versailles et 28 clones de Fléole ; ces derniers n'ont pu être exploités de façon comparable aux autres qu'en 1949, ayant été éliminés par la sécheresse de l'été de cette année.

Les moyennes observées, sont consignées dans le tableau ci-dessous :



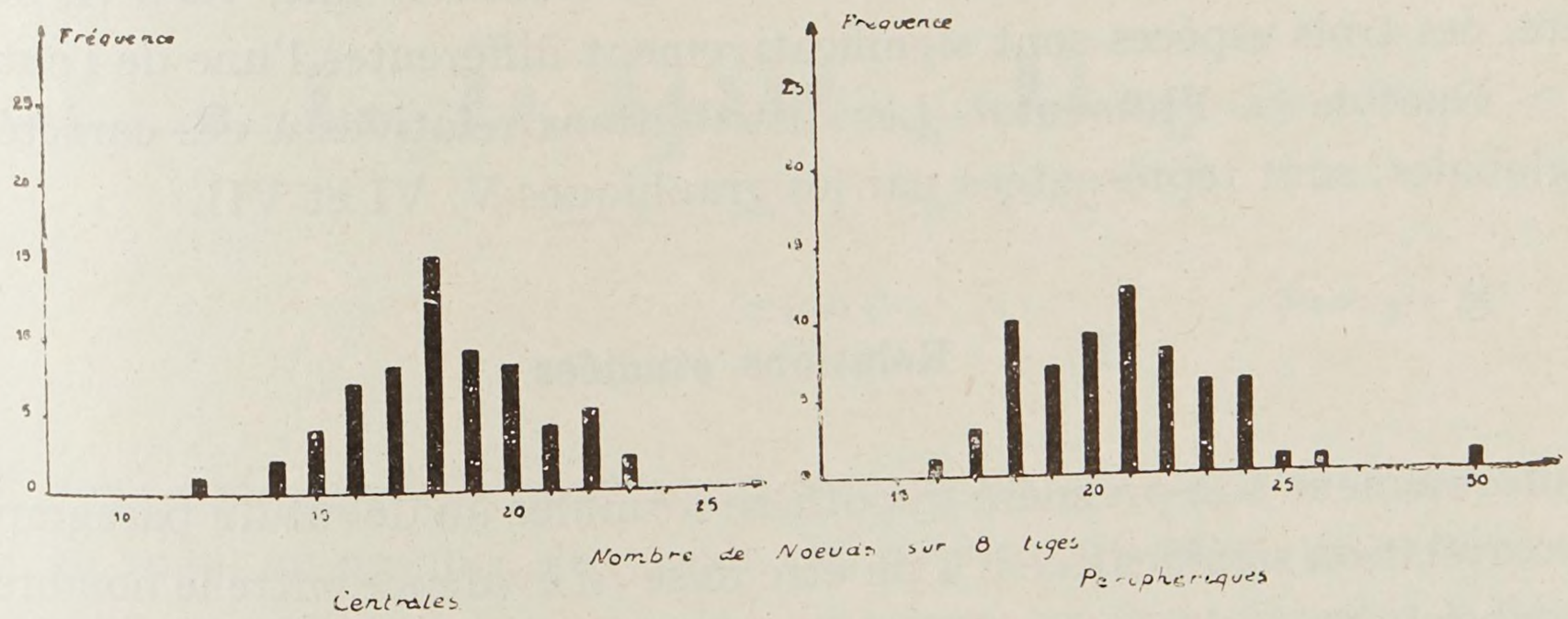
DACTYLE

Graphique I



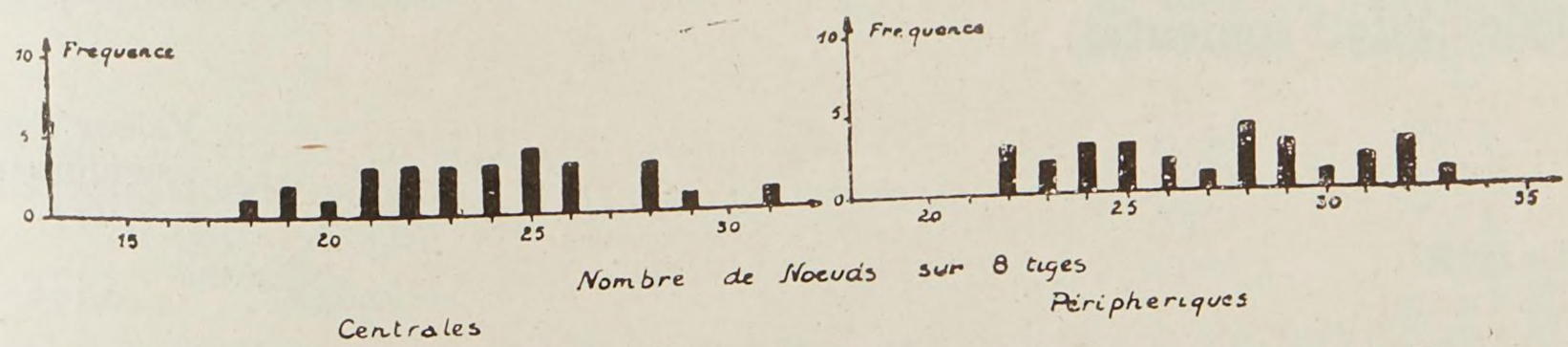
FROMENTAL
Gap

Graphique II



FROMENTAL
Versailles

Graphique III



FLÉOLE

Graphique IV

Nombre moyen de nœuds par tige

	Tiges centrales.	Tiges périphériques.
Dactyle	2,815	3,122
Fromental :		
Gap	2,117	2,409
Versailles	2,286	2,598
Fléole	2,982	3,383

Les diagrammes caractéristiques, construits pour les diverses populations, en portant en abscisse la somme des 8 nombres de nœuds observés sur chaque touffe, soit au centre, soit en bordure et en ordonnée la fréquence des individus de chaque classe sont présentés ci-dessous.

Les différences notées entre les moyennes des deux séries de prélèvements, pour une population déterminée, sont imputables à l'existence de plantes plus ou moins étalées. Nous avons vu précédemment qu'aucune relation ne pouvait être mise en évidence entre port et spécialisation d'un individu.

Ceci nous a amenés à considérer comme caractéristique d'une plante, la somme des 16 nombres de nœuds qui y avaient été relevés. Les moyennes de ces valeurs, affectées de leur écart-type, permettent de comparer les espèces entre elles, dans le tableau suivant.

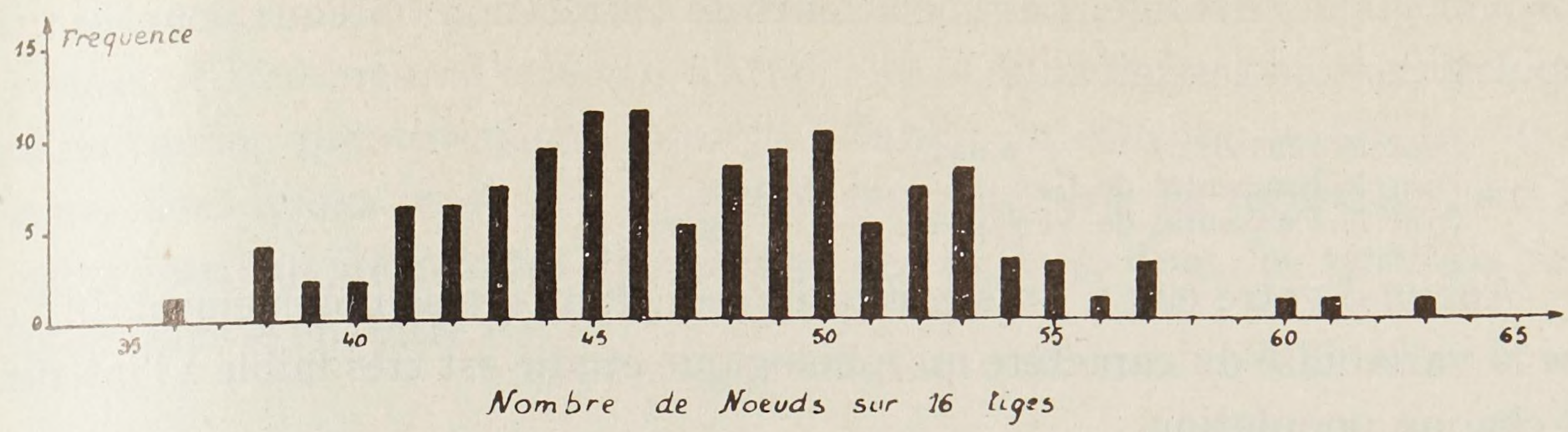
	Nombre moyen de nœuds observés sur 16 tiges.	Ecart. type.
Dactyle	47,44	0,463
Fromental (Gap + Versailles)	37,47	0,307
Fléole	50,93	1,142

La comparaison de ces données, permet de constater que, vis-à-vis de ce caractère, ces trois espèces sont significativement différentes l'une de l'autre : Fléole > Dactyle > Fromental. Les distributions relatives à ces caractéristiques globales, sont représentées par les graphiques V, VI et VII.

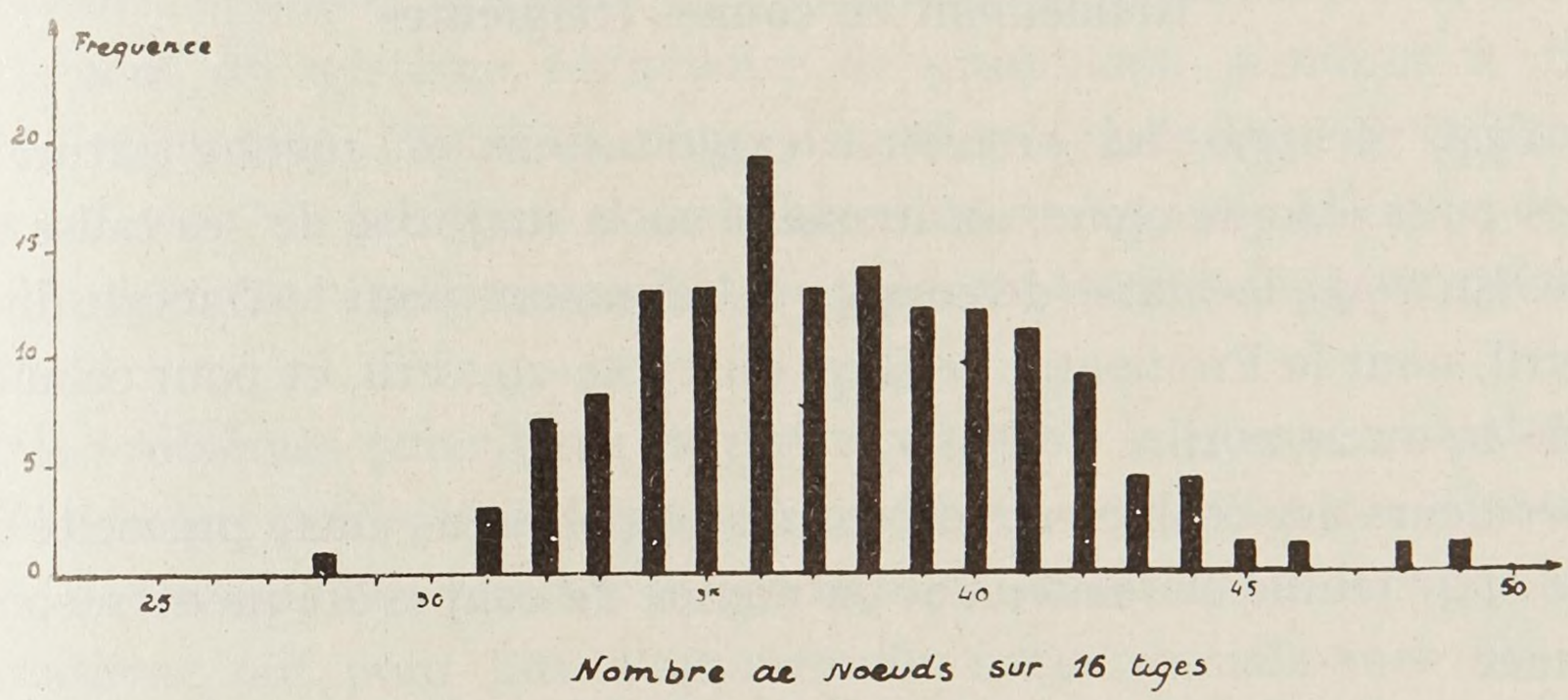
B. — **Relations étudiées**

Conformément à la première hypothèse formulée au début du paragraphe, aucune corrélation significative n'a pu être mise en évidence entre le nombre de nœuds subsistant après la première exploitation de 1949 et les rendements obtenus lors de la deuxième coupe du régime de fauche au cours de la même année (ainsi qu'en témoignent les valeurs de r, relatives aux trois populations de Dactyle et de Fromental).

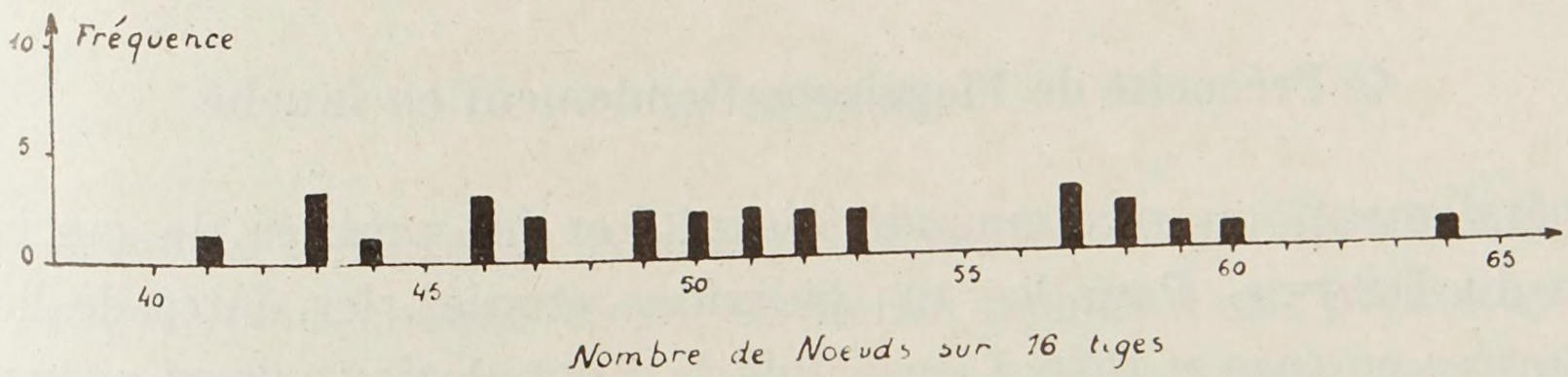
	r.	Valeur Limite significative de r.
Dactyle	— 0,032	0,175
Fromental :		
Gap	+ 0,137	0,220
Versailles	— 0,002	0,250



DACTYLE Graphique V



FROMENTAL Graphique VI



FLEOLE Graphique VII

Si nous comparons le rendement moyen en pâture fourni par chaque espèce, en 1949, au nombre de nœuds comptés sur 16 tiges, nous nous apercevons qu'un parallélisme assez étroit existe entre ces deux données, à l'échelle de l'espèce et même de l'écotype, chez le Fromental.

	Nombre moyen de nœuds sur 16 tiges.	Rendement moyen en pâture 1949.
	—	—
Dactyle	47,44	721 g
Fromental (total	37,47	573 g
— Gap	36,21	547 g
— Versailles	39,04	605 g

Un tel résultat nous a incités à rechercher l'existence de relations entre la spécialisation d'un individu, représentée par son indice P/F, et le caractère

morphologique envisagé. Les coefficients de corrélation obtenus pour les trois populations sont les suivants :

Pour le Dactyle : $r = + 0{,}033$;
Pour le Fromental de Gap : $r = - 0{,}004$;
Pour le Fromental de Versailles : $r = - 0{,}077$.

Aucun d'entre eux n'est significatif, ceci étant vraisemblablement dû à ce que la variabilité du caractère morphologique étudié est très faible à l'intérieur de chaque population.

3° Précocité de départ au printemps Rendement en coupes fréquentes

En 1949 et 1950, les premières exploitations en régime pâture furent effectuées pour chaque clone, au moment où la majorité de ses talles avaient 4 feuilles. En 1949, les dates de coupe s'échelonnent, pour le Dactyle du 9 avril au 20 avril, pour le Fromental de Gap, du 13 au 20 avril, et pour celui de Versailles, du 14 au 21 avril.

Les valeurs des coefficients de corrélation obtenus entre précocité d'apparition de la 4e feuille et rendement en régime de coupes fréquentes, sont, pour cette année :

Chez le Dactyle : $r = - 0{,}461$ (significatif à $P < 0{,}01$) ;
Chez le Fromental de Gap : $r = - 0{,}289$ (significatif à $P < 0{,}01$) ;
Chez le Fromental de Versailles : $r = - 0{,}383$ (significatif à $P < 0{,}01$).

Les plantes les plus tardives sont, chez les deux espèces, les plus productives.

4° Précocité de Floraison. Rendement en fauche

Généralement, on recommande d'exploiter les prairies de fauche à la floraison du Dactyle. Pour les 123 individus étudiés, les dates de floraison ont été notées, en 1949 et 1950. L'ensemble de la population a fleuri, en moyenne, le 26 mai $\pm$ 0,35 en 1949, et le 29 mai $\pm$ 0,28 en 1950. L'écart entre les deux dates, quoique significatif est relativement faible, par rapport à celui des dates d'épiaison (25 avril en 1949-9 mai en 1950). La corrélation entre précocité de floraison d'un individu, au cours des deux années successives, est caractérisée, dans cette population, par un coefficient significatif $r = + 0{,}291$.

L'étude des relations entre précocité de floraison et aptitude à la production en fauche montre que, chez le Fromental, qu'il soit originaire de Gap ou de la Région parisienne, et chez le Dactyle, aucun lien n'existe entre les deux propriétés.

	Valeurs des coefficients trouvés	Valeur limite à P = 0,05
Dactyle	—	—
Fromental :		
Gap	+ 0,130	0,175
Versailles	— 0,186	0,220
	— 0,063	0,250

Aucun des caractères étudiés dans ce chapitre ne nous permet de séparer aisément, à l'intérieur d'une population, les individus les plus aptes à être utilisés comme plantes-mères, pour la création de souches de fauche ou de pâture. Nous avons repris, en 1951, une nouvelle série de recherches, sur un nombre restreint de plantes de chacune des espèces, dont les résultats sont exposés dans le chapitre v.

V. — ÉTUDE PARTICULIÈRE DE CERTAINS CLONES

Plusieurs auteurs, Allemands et Américains notamment, ont étudié le comportement du système radiculaire de graminées, soumises à différents rythmes d'utilisation. Parmi les clones des deux espèces Dactyle et Fromental, certains ont servi de géniteurs pour l'obtention de lignées « inbred » ou ont été croisés dès 1949. Les études exposées ci-après, ont été menées plus spécialement sur ceux-ci.

Trois problèmes principaux seront envisagés : le premier consiste à préciser l'intérêt que peut présenter, au point de vue de la sélection, l'observation du stock de racines des plantes constituant le matériel de départ ; le second et le troisième ont pour but d'approfondir notre connaissance du comportement de ces plantes, vis-à-vis des régimes d'exploitation qui leurs sont imposés en fonction de leur épuisement et de leur propre rythme de croissance.

1° Étude des Racines

a) Méthode

A l'automne 1951, après avoir effectué la troisième coupe de fauche, nous avons prélevé, pour chaque clone étudié les racines d'une plante ayant subi trois coupes chaque année, en opérant de la manière suivante : après avoir évalué la surface S de la touffe, nous avons extrait un volume de terre, contenant les racines, égal à $S \times 0{,}15$ m. Pratiquement une quantité négligeable de racines dépassent cette profondeur. Après ablation des fragments de feuilles ou de tiges présents au-dessus du niveau du sol, les mottes furent délitées au jet d'eau. Les racines lavées puis séchées à l'étuve à rayons infra-rouges ont été pesées.

Les prélèvements ont été réalisés sur des touffes soumises au régime de fauche, afin que les résultats éventuels de ce travail puissent être utilisés pour effectuer un choix sur des individus figurant dans des pépinières, normalement soumises à ce système d'exploitation.

b) Résultats obtenus chez le Fromental

Compte tenu de la surface des touffes, nous avons pu calculer le poids des racines présentes sous 1 cm^2.

Parmi les plantes étudiées, 9 sur 20 seulement avaient résisté au régime d'exploitation pâture. Les plantes fauchées, correspondant aux clones subsistants, ont un poids moyen de racines par cm² supérieur aux autres.

Plantes subsistantes.		Plantes n'ayant pas résisté au régime pâture.	
N°	Poids de racine/cm² en g.	N°	Poids de racines/cm² en g.
Gap :		*Gap :*	
A_1 -10	0,071	A_1 - 4	0,130
A_2 - 7	0,302	A_2 -10	0,322
A_5 - 2	0,230	A_9 -18	0,225
A_8 -21	0,480	A_{12}-14	0,120
A_{11}-14	0,194		
Versailles :		*Versailles :*	
A_1 - 4	0,760	A_1 -12	0,075
A_1 - 7	0,203	A_2 - 2	0,095
A_3 - 4	0,537	A_2 -13	0,105
		A_2 -19	0,126
		A_2 -23	0,082
		A_3 - 8	0,129
		A_4 -10	0,407
Moyennes	0,372		0,165

La différence entre ces deux moyennes est très nettement significative. Le nombre d'individus étudiés était cependant trop faible, chez cette espèce, pour que nous puissions en tirer des conclusions plus précises.

C. — Résultats obtenus chez le Dactyle

Pour cette espèce, 40 mesures avaient été effectuées. En moyenne, le poids de racines par cm² s'élevait à 0,434 g. Deux groupes contenant chacun 20 individus ont été séparés de part et d'autre de cette moyenne. Dans ces deux catégories, le poids moyen par touffe est significativement différent : 165 g pour la première, 280 pour la seconde. Par contre, la surface moyenne d'une touffe est la même dans les deux cas (535 cm², non significativement différent de 500) ; ceci semble indiquer que le critère morphologique de distinction des individus appartenant aux deux groupes est plutôt la compacité des touffes que leur extension.

a) Caractéristiques des deux groupes

Automatiquement, la moyenne des poids de racines par cm² est différente dans les deux groupes : 0,315 pour I et 0, 557 pour II. Les individus qui les constituent sont énumérés dans le tableau suivant, ainsi que leur production de 1951, et leur indice P/F relatif à cette année (voir tableau page suivante).

Numéros	Groupe I		P/F 1951	Numéros	Groupe II		P/F 1951
	Rendement en fauche 1951	Rendement pâture 1951			Rendement en fauche 1951	Rendement pâture 1951	
D_7 -13	714	530	0,72	D_3 - 8	710	680	0,95
-16	1 130	670	0,51	D_5 -24	920	705	0,77
-37	660	865	1,33	D_7 -12	680	940	1,38
D_{10}-14	1 375	415	0,30	-26	950	550	0,58
D_{12}-14	1 180	410	0,34	-27	785	355	0,42
-18	1 450	535	0,36	-41	685	475	0,70
D_{13}- 8	1 765	650	0,37	D_{15}- 3	700	570	0,81
D_{16}-18	850	470	0,55	-19	615	530	0,86
-24	970	430	0,44	-26	850	480	0,56
D_{17}-13	1 180	640	0,54	-27	730	580	0,79
D_{18}- 3	1 085	455	0,42	-30	600	540	0,90
-12	1 010	365	0,36	-35	920	580	0,63
D_{20}-26	655	460	0,70	D_{21}- 6	1 130	825	0,88
D_{22}-10	780	500	0,63	D_{23}- 7	590	450	0,76
D_{31}- 3	1 010	410	0,40	D_{24}-27	345	295	0,85
D_{36}- 3	1 145	440	0,38	D_{33}-22	965	525	0,54
- 9	1 270	570	0,56	-24	610	420	0,69
-13	1 480	670	0,45	D_{36}- 2	1 045	595	0,56
-14	1 255	445	0,35	-12	950	640	0,67
-15	1 065	580	0,54	D_1 - 2	720	690	0,95
Moyennes	1 001,5	525,5	0,51	Moyennes	775	571,25	0,76

b) Étude des relations entre poids de racines par cm^2 et résultats de l'exploitation 1951

Considérons tout d'abord l'ensemble des résultats intéressant les 40 clones sans distinction des groupes ; aucune relation significative ne peut être mise en évidence entre la densité des racines d'une part et les rendements en fauche, en pâture et les valeurs de l'indice P/F d'autre part.

Relation étudiée,	Valeur de *r*.	Valeur limite de *r*. à P = 0,05.
Densité de racines :		
Rendement F. 51..	— 0,200	0,304
Rendement P. 51	— 0,270	0,304
P./F. 51	— 0,200	0,304

Par contre, à l'intérieur de chaque groupe pris séparément, certaines relations deviennent significatives, bien que la valeur limite de *r* soit, cette fois 0,430 pour P = 0,05.

La comparaison de ces moyennes fait apparaître des différences significatives entre les deux groupes, pour les valeurs : Rendement en fauche et Indice P/F.

L'ensemble des individus figurant dans la catégorie I, à densité de racines faible présente un rendement moyen en fauche supérieur et un indice moyen inférieur à ceux du deuxième groupe : nous pouvons donc considérer que le

classement effectué d'après l'observation des racines correspond approximativement avec celui qu'on aurait pu faire en utilisant comme test la valeur des indices P/F. Pour vérifier et préciser cette conclusion, qui se rapproche de celle qu'on avait tirée au sujet du Fromental, nous avons étudié une série de corrélations.

Relation étudiée	Valeur de r	
	Groupe I	Groupe II
Densité de racines :	—	—
Rendement F_{51}	+ 0,463	+ 0,237
Rendement P_{51}	— 0,238	— 0,367
Indice P/F_{51}	— 0,464	— 0,523

Ceci justifie la distinction des deux groupes.

Quelle que soit la catégorie, l'aptitude d'un clone à subir le régime de coupes fréquentes estimée par la valeur de l'indice P/F est en raison inverse de la densité de racines mesurée après une période d'exploitation en fauche. Ce fait n'est pas en contradiction, malgré les apparences, avec la remarque exprimée précédemment suivant laquelle, chez le Dactyle ou le Fromental, le poids de racines par unité de surface est plus élevé chez les plantes de pâture que chez les plantes de fauche. Il indique seulement que, parmi les 40 individus étudiés, ceux qui sont les plus aptes à servir de têtes de lignées pour la création d'une souche de pâture, s'épuisent plus en régime de fauche, au cours d'une année, qu'en régime d'exploitations fréquentes : la densité du système radiculaire étant fonction, à l'automne, de la quantité de réserves souterraines restant à la disposition de la plante.

Parmi les plantes les plus qualifiées pour servir à l'établissement d'une souche de fauche (groupe I) il existe une corrélation positive et significative, entre la densité de racines et le rendement F 51.

Nous avons fait allusion dans ce paragraphe, à une nouvelle notion : celle de l'épuisement, au cours d'une année, liée au poids des racines. Nous pouvons d'autre part évaluer l'épuisement d'une année à l'autre, en tenant compte d'autres données, par exemple, en régime de pâture par la valeur du rapport des productions au cours de deux années successives : P 51/P 50, et en régime de fauche, par F 51/F 50. Examinons le comportement des deux catégories de clones, en fonction de ces nouveaux tests.

2° Étude de la résistance à l'épuisement, chez le Dactyle

On considère que les valeurs des rapports F 51/F 50 ou P 51/P 50 sont représentatives de la résistance à l'épuisement des clones exploités suivant ces régimes respectifs.

Pour l'ensemble des 123 plantes étudiées, la résistance à l'épuisement en régime de fauche est caractérisée par une valeur de 1,17 et en régime de pâture de 1,08.

Si l'on effectue la comparaison entre le comportement des deux groupes de vingt individus, on s'aperçoit que ceux qui constituent le premier s'épuisent moins en fauche qu'en pâture et que ceux du groupe II réagissent de manière inverse. D'autre part, les plantes réunies dans la première catégorie s'épuisent significativement moins que celles de la seconde, en régime de fauche, et significativement plus lorsqu'elles sont coupées fréquemment.

Les résultats ci-dessous illustrent ces conclusions.

Coefficients de résistance à l'épuisement

	Régime F	Régime P
Ensemble des 123 clônes	1,170	1,080
Groupe I (fauche)	1,237	0,957
Groupe II (pâture)	1,050	1,158

A. — Relation entre coefficients d'épuisement et densité de racines

Nous avons ensuite comparé les coefficients de résistance à l'épuisement, définis ci-dessus, à ce que nous avions précédemment considéré comme représentatif de cette notion, c'est-à-dire la densité de racines subsistant à l'automne de la troisième année d'exploitation ; cette comparaison fut effectuée en étudiant les relations existant entre ces deux séries de données. (Valeur limitée significative de r à $P = 0,05 : 0,430$).

Valeurs des coefficients de corrélation entre densité de racines et indices de résistance à l'épuisement

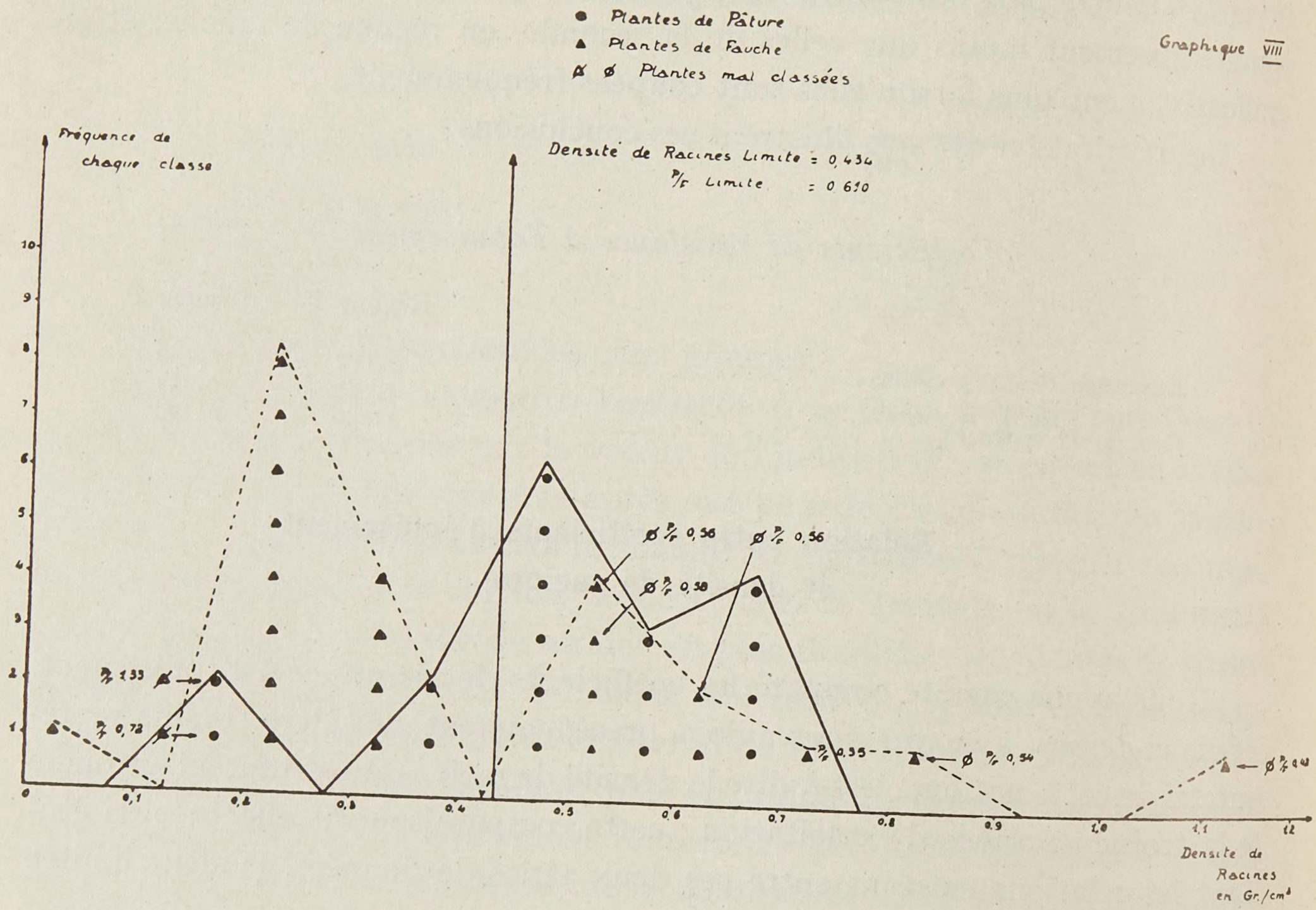
	Régime F	Régime P
Groupe I (fauche)	+ 0,433	— 0,450
Groupe II (pâture)	+ 0,358	— 0,543

Quel que soit le groupe considéré, les plantes les plus aptes à résister au régime intensif d'exploitation, sont celles qui, à l'automne, ont la plus faible densité de racines. Nous sommes donc amenés à penser que les individus typiquement classables dans le groupe pâture, utilisent toutes leurs réserves pour fournir du matériel vert au cours de la période de croissance active, même lorsqu'on les exploite seulement trois fois pendant ce laps de temps, mais ont durant toute la saison, un potentiel d'activité bien supérieur aux autres.

La conclusion pratique de toutes ces déductions peut s'exprimer ainsi : chez le Dactyle, lorsque l'on recherche des plantes résistantes à la pâture, dans une pépinière normalement fauchée trois fois par an, on a le plus de chances de les trouver parmi celles qui ont la plus forte densité de racines. Ceci n'exclut pas la possibilité d'en découvrir, avec une probabilité nettement inférieure, dans un groupe à faible poids de racines par unité de surface. Cette dernière

catégorie contient en majorité des plantes de fauche, dont les plus intéressantes sont celles qui ont la plus forte densité radiculaire.

Ces conclusions apparaissent nettement dans le graphique VIII.



B. — Résistance à l'épuisement en fauche, chez les deux groupes

Le rapport F 51/F 50 étant considéré comme indice de résistance à l'épuisement des individus exploités suivant ce mode, nous avons étudié les corrélations indiquées dans le tableau ci-après.

Corrélation étudiée	Valeurs de r	
	Groupe I	Groupe II
F51/F50. Production F51	—	—
F51/F50. Production P51	+ 0,625	+ 0,899
F51/F50. Rapport P/F51.....	— 0,229	+ 0,413
	— 0,577	— 0,346

Valeur limite de r à P = 0,05 : 0,430

Le fait que, pour les clones du groupe I, le troisième coefficient soit significatif et négatif, justifie leur qualification de plantes de fauche : plus leur indice P/F de 1951 est faible, plus elles ont résisté à l'épuisement en étant exploitées seulement trois fois par an.

Nous remettons en évidence d'autre part, dans les deux groupes, la liaison étroite entre les quantités produites en F 50 et F 51, à l'aide des valeurs très significatives des deux premiers coefficients calculés = + 0,625 et + 0,899.

C. — Résistance à l'épuisement en coupes fréquentes, chez les deux groupes

Nous avons calculé les corrélations correspondant aux précédentes, cette fois en utilisant le rapport P 51/P 50.

Corrélation étudiée	Valeur de r Groupe I	Valeur de r Groupe II
P51/P50. Production F51	— 0,090	+ 0,208
P51/P50. Production P51	+ 0,797	+ 0,846
P51/P50. Rapport P/F51	+ 0,697	+ 0,651

Dans les deux catégories de clones, la valeur de l'indice P/F, en troisième année est proportionnelle à la résistance à l'épuisement en régime de coupes fréquentes. La production des individus exploités suivant ce mode est liée significativement à leur possibilité d'y résister.

D. — Résistance à l'épuisement en fauche et résistance à l'épuisement en pâture

P 51/P 50 et F 51/F 50 ne sont liés significativement que chez les individus constituant le groupe I. Le coefficient chiffrant l'intensité de cette relation est négatif et a pour valeur — 0,433. Cette constatation concourt à renforcer la distinction des deux groupes. Chez les plantes de fauche, celles qui résistent le mieux à leur régime normal d'utilisation, s'épuisent le plus si elles sont coupées fréquemment. Au contraire, les plantes de pâture (groupe II) pour lesquelles r est positif, mais non significatif (+ 0,232) peuvent subir indifféremment les deux modes d'exploitation.

E. — Résistance à l'épuisement vis-à-vis des deux régimes. au cours des années

Tous les résultats exposés précédemment, dans ce chapitre, ne mettaient en cause que les données relatives à 1950 et 1951. Il était utile de connaître comment se manifeste, dans le temps, la résistance à l'épuisement vis-à-vis de l'un ou l'autre des régimes, chez les individus classés F et P, d'après les seuls résultats de 1951.

En régime de coupes fréquentes :

De première en deuxième année, l'épuisement des deux groupes n'est pas significativement différent.

De 1950 à 1951, les plantes de fauche (Groupe I) s'épuisent plus que celles de pâture.

Il faut donc, pour avoir une idée exacte de l'aptitude des clones, estimée à l'aide du coefficient d'épuisement Pn/P (n-1), que n soit au moins égal à 3.

Valeur des coefficients d'épuisement

	En régime P	Signification des différences	En régime F
Groupe I	50/49 = 0.753 51/50 = 0,957	P < 0.01 N.S.	50/49 = 1.008 51/50 = 1 190
Signification des différences	P < 0.02 N.S.		0 05 > P > 0.02 P < 0.01
Groupe II	51/50 = 1.158 50/49 = 0.712	N.S. 0,05 > P > 0,02	51/50 = 1.049 50/49 = 0.847

En régime de fauche, par contre, deux années d'exploitation suffisent : les plantes du groupe I (fauche) s'avèrent significativement plus résistantes que les autres dès la seconde saison.

Pour les clones constituant les deux groupes, le régime de fauche, pendant les deux premières années, est moins épuisant que l'autre.

Ces conclusions ressortent également de l'étude des valeurs moyennes de l'indice P/F, caractérisant les deux groupes.

Années	Groupe I	Groupe II	Comparaison I-II
1949	0,863	0,861	non significative
1950	0,652	0,683	non significative
1951	0,527	0,762	II > I à P < 0,01

Chez les plantes de fauche, la valeur de l'indice décroît régulièrement, les différences entre 1re et 2e années et 1re et 3e étant significatives. Par contre, les clones du groupe II se stabilisent à partir de la 2e année : 0,683 ne diffère pas significativement de 0,762, lui-même comparable à 0,861.

3° Rythme de croissance et mode d'exploitation

En 1949 et 1950, les premières coupes, en régime pâture, ont été effectuées pour chacun des clones, au moment de l'apparition de la 4e feuille sur l'ensemble de ses talles. En 1951, par contre, tous les individus ont été exploités pour la première fois, le 22 mai.

En régime F, des pratiques identiques ont été appliquées : premières coupes à la floraison en 1949 et 1950, et à une date homogène : 13 juin 1951 Nous avions, dans le chapitre précédent, mis en évidence l'existence de relations entre précocité d'apparition de la 4e feuille et rendement P, en 1949, pour l'ensemble des clones ; par contre, aucun lien significatif ne semblait exister entre rendement F 1949 et précocité de floraison.

Il nous a semblé intéressant de reprendre une étude voisine sur les deux groupes définis précédemment, en y joignant la notion de rythme de production. En effet, s'il est utile de sélectionner des individus les plus productifs comme plantes-mères, il est également nécessaire de créer des souches dont les époques de rendement maximum soient étagées, et de connaître leur comportement vis-à-vis d'un rythme d'exploitation arbitrairement imposé. Tel est le but des travaux résumés ci-après.

A l'intérieur des groupes I et II, les clones de Dactyle ont été classés d'après deux critères de précocité : dates de floraison et dates d'apparition de la 4e feuille, et se sont répartis de la manière suivante :

	Groupe I (F)		Groupe II (P)	
	Date de floraison	Apparition de la 4e feuille	Date de floraison	Apparition de la 4e feuille
Précoces	9	11	13	13
Tardifs	11	9	6	6

Des individus précoces au départ en végétation, ne sont pas obligatoirement ceux qui fleurissent les premiers en date. Il est donc nécessaire, dans un travail de sélection, de distinguer les deux caractères.

A. — Précocité de floraison. Rendement et rythme de production

a) Précocité de floraison et rendement en F et P.

Les résultats des deux années 1949 et 1951 ont été choisis pour cette étude : afin de tenir compte des deux modes distincts d'utilisation des clones : en fonction de leur biologie propre ou en fonction d'une date moyenne d'exploitation.

Rendements totaux annuels

Année 1949.

En régime de fauche, les groupes I et II ont des moyennes de production qui sont respectivement 820 et 890 gr non significativement différentes, de même que les clones tardifs et précoces : 888 gr et 831 gr. Parmi les individus constituant chacun des groupes I et II, les précoces et les tardifs ont le même rendement moyen. Il en est de même si, à l'intérieur des deux catégories de précocité, on compare les clones des groupes I et II.

En régime de coupes fréquentes, nous observons les mêmes identités. Nous pouvons donc conclure que, parmi un ensemble d'individus conservés après sélection massale dans une population, aucune différence importante de rendement ne se manifeste entre eux, si on les exploite en tenant compte de leur propre rythme de végétation.

Année 1951.

En régime de fauche, nous voyons se manifester, cette fois, des différences

nettes de comportement des clones vis-à-vis du rythme de coupes imposé Schématiquement, les conclusions de cette année se traduisent ainsi :

Groupe I > Groupe II (P < 0,01)
Tardifs > Précoces (P < 0,01)

Dans le groupe I : Tardifs > Précoces (0,02 > P > 0,01)
Dans le groupe II : Tardifs = Précoces.

Parmi les Précoces : groupe I > groupe II (P ≤ 0,05)
Parmi les Tardifs : groupe I > groupe II (P < 0,01)

Que pouvons-nous en déduire, étant donné que la date d'exploitation concordait avec celle de la floraison des clones tardifs ?

L'infériorité des plantes constituant le groupe II, peut être imputée, nous l'avons vu précédemment, à leur plus grand épuisement : si nous tenons compte, à titre correctif, de l'estimation de leurs indices de résistance, leur production moyenne calculée deviendrait identique à celle des individus du groupe I.

Les seules conclusions pratiques subsistantes sont relatives à la comparaison des Tardifs et des Précoces : une date d'exploitation trop repoussée dans le temps, ne permet pas à des plantes précoces, de fournir leur maximum de production.

En régime de pâture, aucune différence n'apparaît lors des 6 comparaisons effectuées ; ceci ne doit pas nous étonner, car les classements opérés en fonction de la précocité de floraison et d'apparition de la 4e feuille ne sont pas concordants : aucune liaison significative n'existe entre ces caractères ($r = + 0,289$ pour $(n\text{-}2) = 35$).

Rendements en première exploitation

Pour les deux années 1949 et 1951, nous obtenons, relativement aux productions en première exploitation F des conclusions absolument parallèles à celles qui figurent dans le paragraphe précédent. Nous n'avons pas envisagé les relations entre précocité d'épiaison et rendement en première coupe du régime P, pour la même raison que dans l'étude relative aux productions annuelles. Nous le comparerons chez les individus constituant les classes à départ printanier plus ou moins précoce.

b) Précocité de floraison et rythme de production F.

Comme nous l'avions indiqué en tête du chapitre, un objectif important de sélection, chez les espèces fourragères, est l'obtention de souches parvenant à leur date optima d'utilisation, de manière échelonnée. Pour étudier ce caractère, chez les plantes-mères, nous avons calculé, en fonction de leur rendement propre annuel, quelle fraction de cette quantité chacune d'entre elle avait produit à l'occasion d'une exploitation déterminée, ceci toujours pour les deux années 1949 et 1951.

Une première remarque s'impose : tous les individus produisent, en première fauche, environ 70 % de leur rendement annuel, quelle que soit l'année

Le reste se répartit entre les 2e et 3e coupes, de manière plus ou moins inégale suivant l'abondance des précipitations reçues au cours des périodes de repousse, comme il est possible de s'en rendre compte, d'après le tableau ci-dessous.

Nos d'ordre de la coupe	Année 1949		Année 1951	
	Fraction de la production annuelle	Importance des précipitations	Fraction de la production annuelle	Importance des précipitations
2e coupe F.....	0,10	55 m/m	0,23	180 m/m
3e coupe F.....	0,15	189 m/m	0,10	67 m/m

Reprenons la comparaison entre les groupes I et II, subdivisés en fonction de la précocité des individus qui les composent.

En 1949, où nous avons exploité les plantes suivant un rythme s'apparentant le plus possible à leur propre mode de croissance, nous constatons les faits schématiquement représentés par les inégalités suivantes, en comparant les fractions de rendement récoltées aux trois époques :

Première coupe : Groupe I > Groupe II (0,78 > 0,73)
Tardifs > Précoces (0,77 > 0,73)
Deuxième coupe : Groupe I < Groupe II (0,08 < 0,11)

Toutes les autres comparaisons possibles ne permettent pas de mettre en évidence de différences significatives.

Il apparaît, à la suite de ces observations, que pendant la période mai-août :

Les plantes constituant le groupe II (pâture), ont un rythme de production moins déséquilibré que celles du groupe I (fauche) les rapports des fractions 1re coupe/2e coupe étant respectivement 6,63 et 9,75.

Les clones groupés dans la catégorie « Tardifs » ont un rythme de production plus déséquilibré que les « Précoces », les rapports des fractions 1re coupe/2e coupe étant, cette fois 8,55 et 7,30.

Quelles peuvent être les conséquences d'une exploitation en fauche effectuée à une date arbitraire vis-à-vis du mode de croissance des plantes ? Les résultats de 1951 nous les indiquent.

Les groupes I et II, ainsi que les catégories Précoces et Tardifs ne se différencient pas : globalement, l'exploitation à des dates imposées a régularisé le rythme de production.

	1re coupe.	2e coupe.	3e coupe.
Groupe I	0,68	0,22	0,10
Groupe II.....	0,67	0,23	0,10
Précoces	0,67	0,23	0,10
Tardifs	0,69	0,22	0,09

Entre les groupes I et II, se manifeste une différence de comportement : l'exploitation à dates imposées se répercute plus sensiblement sur les individus constituant le type fauche, jusqu'à la fin de la saison, alors que son effet n'est marqué que sur les deux premiers résultats chez les plantes considérées comme type pâture. Ceci est en accord avec les observations de 1949 et y apporte même un complément : les clones figurant dans le groupe II sont les moins déséqui-

librés lorsqu'on leur applique un régime d'utilisation voisin de leur rythme de croissance, mais sont aussi ceux qui se ressentent le moins d'une exploitation à contre-temps, en régime de fauche.

A l'intérieur de chaque groupe, Précoces et Tardifs, se comportent de manière absolument opposée : les individus dont la production reste la mieux répartie dans l'année 1951 sont les Fauche-Précoces, et les Pâture-Tardifs. Cette distinction ne se manifestait pas en 1949.

	Groupe I.	Groupe II.
1re coupe	Préc. < Ta. (0,63 < 0,72)	Préc. > Ta. (0,69 > 0,63)
2e coupe	Préc. > Ta. (0,25 > 0,20)	Préc. < Ta. (0,22 < 0,26)
3e coupe	Préc. > Ta. (0,12 > 0,08)	Préc. = Ta. (0,09 0,11)

B. — Précocité d'apparition de la 4e feuille et rythme de production P

Les clones précédents, ont été classés cette fois, en fonction de la date d'apparition de leur 4e feuille, à l'intérieur des groupes P et F. Ils furent soumis à un régime d'exploitation intensive au cours des trois années 1949, 1950 et 1951 ; rappelons à ce sujet que les premières dates de coupe s'étageaient entre le 9 et le 20 avril 1949, en fonction de la précocité de départ de chaque individu, alors qu'elle fût fixée, pour tous, au 22 mai 1951.

Nous avons, relativement aux productions, divisé l'année agricole en 3 périodes. Début du Printemps à la fin mai, juin à fin août, septembre et fin de saison.

En 1949, les clones ont produit, en moyenne, au cours des trois saisons : 0,65, 0,23, et 0,12 de leur rendement annuel en coupes fréquentes. Les chiffres correspondants, relatifs à 1951 sont 0,40, 0,52, 0,08. Ils sont sensiblement différents des précédents : ceci correspond au fait que l'été 1949 fut très sec, et 1951 très humide.

Lorsque les clones sont exploités en fonction de leur rythme de croissance, on s'aperçoit que :

Les individus du groupe I ont une production plus irrégulière que les autres, tendant à fournir la majeure partie de leur matière verte au début du printemps.

Comparaisons	1re coupe 1949
Précoces-Tardifs	Pr. = Ta. (0,63 — 0,66)
Groupe I-Groupe II.....	Gr. I > Gr. II (0,68 — 0,64)
Parmi les Tardifs	Gr. I = Gr. II (0,66 — 0,67)
Parmi les Précoces.....	Gr. I = Gr. II (0,63 — 0,63)
Dans le Groupe I.....	Pr. = Ta. (0,63 — 0,66)
Dans le Groupe II.....	Pr. < Ta. (0,63 — 0,67)
Comparaisons	**2e coupe 1949**
Précoces-Tardifs	Pr. = Ta. (0,24 = 0,22)
Groupe I-Groupe II.....	Gr. I = Gr. II (0,23 = 0,25)
Parmi les Tardifs	Gr. I = Gr. II (0,21 — 0,23)
Parmi les Précoces.....	Gr. I = Gr. II (0,26 — 0,24)
Dans le Groupe I.....	Pr. > Ta. (0,26 — 0,21)
Dans le Groupe II.....	Pr. = Ta. (0,23 — 0,23)

Comparaisons	3e coupe 1949
Précoces-Tardifs	Pr. = Ta. (0,13 = 0,12)
Groupe I-Groupe II	Gr. I = Gr. II (0,09 — 0,11)
Parmi les Tardifs	Gr. I = Gr. II (0,13 — 0,10)
Parmi les Précoces	Gr. I = Gr. II (0,11 — 0,13)
Dans le Groupe I	Pr. = Ta. (0,11 — 0,13)
Dans le Groupe II	Pr. = Ta. (0,14 — 0,10)

Les individus Tardifs du groupe pâture sont plus déséquilibrés relativement à leur production que les Précoces ; ils manifestent cette propriété surtout en première saison.

Ce déséquilibre, commun aux deux catégories de plantes précitées, se manifeste moins nettement et plus tardivement parmi le groupe I.

Les résultats de 1951 nous amènent aux conclusions suivantes :

Il est possible de planifier le rythme de production en régime de coupes fréquentes, chez les types « Fauche ou Pâture », en imposant une date d'exploitation.

Les individus du groupe II, à départ printanier précoce, doivent, pour avoir une production régulièrement étagée, être coupés tôt, en début de saison.

Les plantes tardives du même groupe assurent une bonne production estivale, en année régulièrement humide. Elles gagnent, si l'on envisage ce but, à être exploitées tard au printemps.

Les clones tardifs du groupe I se comportent de manière beaucoup moins déséquilibrée que ceux du groupe II : ils se rapprochent à ce sujet, des individus Précoces de Pâture.

Comparaisons	1re coupe 1951
Précoces-Tardifs	Pr. = Ta. (0,40 — 0,39)
Groupe I-Groupe II	Gr. I = Gr. II (0,40 — 0,41)
Parmi les Tardifs	Gr. I = Gr. II (0,43 — 0,35)
Parmi les Précoces	Gr. I < Gr. II (0,35 — 0,44)
Dans le Groupe I	Pr. < Ta. (0,35 — 0,43)
Dans le Groupe II	Pr. > Ta. (0,44 — 0,35)

Comparaisons	2e coupe 1951
Précoces-Tardifs	Pr. = Ta. (0,52 — 0,54)
Groupe I-Groupe II	Gr. I = Gr. II (0,52 — 0,53)
Parmi les Tardifs	Gr. I = Gr. II (0,50 — 0,58)
Parmi les Précoces	Gr. I > Gr. II (0,55 — 0,50)
Dans le Groupe I	Pr. = Ta. (0,55 — 0,50)
Dans le Groupe II	Pr. < Ta. (0,50 — 0,58)

Comparaisons	3e coupe 1951
Précoces-Tardifs	Pr. = Ta. (0,07 — 0,08)
Groupe I-Groupe II	Gr. I = Gr. II (0,08 — 0,06)
Parmi les Tardifs	Gr. I = Gr. II (0,08 — 0,07)
Parmi les Précoces	Gr. I > Gr. II (0,09 — 0,06)
Dans le Groupe I	Pr. = Ta. (0,10 — 0,07)
Dans le Groupe II	Pr. = Ta. (0,06 — 0,07)

VI. — CONCLUSIONS

Les résultats obtenus, en exploitant suivant deux régimes très différents, une série de clones de Dactyle et de Fromental, pendant trois années successives, nous amènent à formuler une série de conclusions, les unes ayant trait à la sélection de souches différenciées à l'intérieur de ces espèces, les autres se rapportant aux possibilités d'exploitation offertes par des individus spécialisés.

L'existence parmi les constituants de populations d'origine définie, de plantes plus aptes à être utilisées, soit en régime de fauche, soit intensivement en pâture, a pu être mise en évidence chez le Fromental et le Dactyle. Dans la première espèce, la spécialisation des individus peut être déduite des résultats d'une seule année d'exploitation suivant les deux régimes. La fréquence et la valeur au point de vue sélection, des plantes classées dans la catégorie « Pâture » sont très inférieures chez le Fromental à ce qu'elles sont chez le Dactyle. Des études plus approfondies poursuivies sur des clones de cette dernière espèce précisent la notion de spécialisation acquise à partir des résultats fragmentaires précités : les plantes les plus aptes à subir l'exploitation « Fauche » s'épuisent beaucoup moins, à ce régime, que celles qui s'avèrent du type « Pâture » et réciproquement.

Les méthodes permettant de distinguer ces groupes peuvent être de deux ordres : exploitation de clones suivant les deux modes et interprétation détaillée des résultats acquis en une année ;

Observation des caractères suivants dans une pépinière coupée trois fois par saison :

Époque de départ en végétation, au printemps (les plantes les plus productives en pâture sont parmi les plus tardives) ;

Évaluation de la densité du système radiculaire à l'automne. Les plantes les plus aptes à subir le régime intensif d'exploitation sont parmi celles qui présentent la plus forte densité de racines.

Dans les deux catégories d'individus, pâture ou fauche, les plus productives sont les plus épuisées, donc celles qui, relativement, ont une faible densité de racines.

En ce qui concerne les possibilités d'exploitation des deux espèces, de nettes différences ont été constatées.

Le Fromental est constitué d'une majorité de plantes capables d'être utilisées en régime de fauche dans des prairies pluriannuelles d'assez faible durée, sous le climat Parisien. Quelques individus peuvent donner naissance à des souches de pâture soit bisannuelles, dans l'écotype de Gap, soit pluriannuelles dans la population de Versailles.

Le Dactyle, par contre, peut être utilisé pour l'obtention de types de fauche ou de pâture pérennes. Qu'on ait affaire à l'une ou l'autre de ces souches, si on l'exploite en régime de fauche, il semble que :

Une utilisation réalisée compte tenu de la précocité de floraison permet d'obtenir des rendements annuels équivalents, à partir de types précoces et tardifs, ces derniers ayant par contre un rythme de production beaucoup plus déséquilibré.

Au contraire, une exploitation effectuée à une date tardive arbitrairement choisie, peut permettre de réduire ce déséquilibre de rythme caractéristique des tardifs, mais défavorise les précoces, relativement à leur capacité de rendement.

Cette dernière remarque est importante à deux points de vue :

La création de prairies de fauche avec un mélange de souches précoces et tardives n'est pas recommandable, car elle ne permet pas d'obtenir simultanément le maximum de rentabilité des deux types utilisés.

Actuellement, toutes les souches sélectionnées dans une espèce donnée sont soit « Fauche-Précoce », soit « Pâture-Tardive ». Les conclusions précédentes semblent exiger au moins la création de types « Fauche-Tardifs ».

Les mêmes constatations sont valables si l'on considère le mode d'exploitation intensif et la précocité de départ au printemps. A ce sujet, il est utile de signaler l'intérêt de souches de pâture tardives qui, exploitées tard en début de saison, assurent une forte production estivale. Si elles sont réservées dans ce but, il est nécessaire de disposer également de types de pâture-précoces, dont le comportement est voisin de celui des tardifs de fauche, soumis à la même utilisation intensive.

RÉSUMÉ

L'étude de la quantité de fourrage vert produite en 1949, 1950 et 1951, par des clones de Dactyle et de Fromental, soumis à deux régimes d'exploitation : trois et sept coupes par saison, a permis de tirer les conclusions suivantes :

— Le Dactyle supporte très aisément pendant trois ans les deux régimes d'exploitation. Le Fromental, au contraire, ne subsiste que s'il n'est coupé que trois fois par saison. La fréquence des individus de cette espèce supportant sept exploitations annuelles est voisine de 60 % dans la population de Gap, et de 57 % dans la population indigène.

— Il est possible de déceler, chez les deux espèces, les plantes les plus productives lorsqu'elles sont coupées suivant les deux modes, à partir des résultats de la première année : tous les coefficients de corrélation de rang calculés chez le Dactyle et le Fromental sont significatifs.

— Chez les deux espèces, existent des individus plus aptes à être utilisés dans des prairies exploitées intensivement, caractérisés par une forte production en coupes fréquentes et un rapport P/F voisin ou même supérieur à 1.

L'étude de l'existence de relations entre caractères morphologiques ou

physiologiques facilement observables, et aptitude à produire suivant l'un ou l'autre type d'utilisation a fourni peu de résultats : seuls, rendements en coupes fréquentes et précocité de départ au printemps, sont liés significativement, lorsque l'exploitation des individus est effectuée en fonction de leur précocité.

Certains clones ont été arrachés, après trois années d'utilisation en régime de fauche. Les racines situées à l'aplomb de chaque touffe, sur 15 cm de profondeur, ont été pesées, après séchage.

Les individus les plus aptes à être exploités en régime intensif ont la plus forte densité de racines. Parmi ces derniers, les meilleurs s'épuisent le plus lorsqu'ils sont fauchés trois fois par saison.

Les plantes les plus qualifiées pour servir à l'établissement d'une souche de fauche, ont une densité de racines plus faible, voisine de la moyenne observée pour la population.

— La résistance à l'épuisement des individus étudiés, au cours des années successives d'exploitation suivant les deux régimes, a été estimée par les rapports F*n*/F (*n*-I) ou P*n*/P (*n*-I).

Il existe des relations très significatives entre les tests utilisés précédemment pour séparer les plantes « spécialisées » et leur résistance à l'un ou l'autre des régimes d'utilisation.

Lorsque des individus sont exploités en fonction de leur rythme de croissance, ceux qui se sont avérés les plus aptes à figurer dans des prairies de fauche, ont une production très déséquilibrée au cours d'une année, fournissant la majeure partie de leur matière verte au printemps. Parmi les autres, en général plus régulièrement productifs, ceux qui épient tardivement sont les plus déséquilibrés.

Il est possible de régulariser le rythme de production en régime intensif, chez les deux catégories d'individus, en imposant une date de première utilisation, non étroitement corrélative de la précocité des plantes auxquelles elle s'applique.

BIBLIOGRAPHIE

CARTER (I. F.) et LAW (A. G.). — The effect of clipping upon the vegetation development of some perennial grasses. *J. of Am. Soc. Agr. XL*, 12, 1084-1092, 1948.

KEITH KENNEDY (W.). — Simulated grazing treatments. Effect on yield, botanical composition and chemical composition of a permanent pasture. *Corn Agr. Exp. St. Bull.* 295, I-47, 1950.

KLAPP (E.). — Bewurzelung and Nachwuchs einer Grasnarbe unter verschieden haüfiger Mahd und Beweidung. *Zt. Acker und Pflanzenbaü*, XCIII, 3, 269-286, 1951.

THAINE (R.) et HEINRICHS (D. H.). — Effect of frequency of cutting on productivity and root development in *Elymus jurceus*, under greenhouse Conditions *Sc. Agric.*, **XXXI** 7, 316-322, 1951.

WATKINS (J. M.) et LEWY van SEVEREN (M.). — Effect of frequency and height of cutting on the yield and protein content of some forages in el Salvador. *Agr. Journ.* XLIII, 6, 291-296, 1951.

OBSERVATIONS ET EXPÉRIMENTATIONS SUR LA ROUILLE NOIRE DES CÉRÉALES AU COURS DES ANNÉES 1948 A 1950

PAR

L. GUYOT et M. MASSENOT

Laboratoire de Botanique
École Nationale d'Agriculture de Grignon

PLAN DU MÉMOIRE

I. — **Évolution de la Rouille noire en nature.**
II. — **Comportement des variétés au champ.**
III. — **Contaminations des *Berberis* en serre.**
IV. — **Étude expérimentale des souches de Rouille noire en serre.**
V. — **Résumé.**

Les observations en nature et les recherches expérimentales sur la Rouille noire (***Puccinia graminis***) des céréales et des graminées ont été poursuivies en 1948, 1949 et 1950, au Laboratoire de Botanique de l'École Nationale d'Agriculture de Grignon, dans le même esprit et selon la même technique qu'au cours des années précédentes (1).

I. — ÉVOLUTION DE LA ROUILLE NOIRE EN NATURE

Les premières manifestations de la Rouille noire en nature ont été observées aux dates suivantes :

Années	sur Seigle	sur Blé	sur Avoine	sur *Lolium*
1948	24 mai	29 juin	4 juillet	23 juillet
1949	7 juin	10 juin	6 juillet	7 septembre
1950	2 juin	2 juin	4 juillet	11 septembre

De nombreuses Graminées appartenant aux genres *Aegilops*, *Agropyrum*,

(1) A. L. Guyot, M. Massenot et A. Saccas : Sept ans d'expérimentation (1941-1947) sur les Rouilles des céréales (*Annales de l'Ecole Nationale d'Agriculture de Grignon*, série 3, tome VI, 1947-48, pp. 75-117).

Avena, Bromus, Dactylis, Elymus, Hordeum, Koeleria, Lagurus, Lolium, Phleum, Sesleria, Vulpia ont été également notées comme plus ou moins sensibles à la Rouille noire ; en 1948, les *Agropyrum, Elymus, Lolium* et *Phleum* ont été très fortement attaqués.

Les dégâts provoqués sur les céréales ont été insignifiants en 1948 et en 1949 ; par contre, dans la région parisienne, les dommages dus à la Rouille noire ont été assez sévères en 1950 et comparables à ceux observés en 1947 (1). Deux causes principales peuvent expliquer ces faits : l'influence des conditions météorologiques et l'intervention de races inégalement virulentes de Rouille

L'apparition de la Rouille noire sur le Blé, par exemple, est liée aux facteurs météorologiques régnant dans les 15 jours antérieurs et réalisant des conditions favorables à la germination des spores tombant sur les feuilles de la céréale.

	pluies en mm.	temp. min.	temp. max.
	—	—	—
1947 : du 26 mai au 9 juin	32,4	7,2 — 16 (11,7)	17 — 31,6 (24,6)
1948 : du 14 juin au 28 juin	26,6	8 — 15,6 (9,8)	17,6 — 27 (20,5)
1949 : du 26 mai au 9 juin	15,3	3,5 — 11,4 (7,5)	15,6 — 27 (20)
1950 : du 18 mai au 1er juin	40,3	7 — 14 (9,5)	14 — 25 (20)

L'extension de la Rouille noire est liée au nombre de jours dont le parasite dispose pour se disséminer et se multiplier jusqu'à la maturité de la céréale (en moyenne le 10 juillet).

	nombre de jours	pluies en mm.	temp. min.	temp. max.
	—	—	—	—
1947 : du 10 juin au 10 juillet	30	52,9	5 — 17,6 (11,2)	16 — 29 (22,6)
1948 : du 29 juin au 10 juillet	12	20,2	5,6 — 12 (8,4)	13,4 — 22 (18,4)
1949 : du 10 juin au 10 juillet	30	0	4,6 — 15 (9,6)	17,6 — 32,8 (25,2)
1950 : du 2 juin au 10 juillet	39	86,0	7 — 17 (12,4)	18,2 — 34,4 (25,2)

La gravité de l'attaque de Rouille noire dépend enfin, dans une grande mesure, de la nature des races du parasite qui interviennent en culture. En 1948 et en 1949, nous n'avons reconnu que la race 14 et les dégâts ont été insignifiants. Par contre, au cours des graves épidémies de 1947 et de 1950, ont été identifiées, en plus de la race 14, les races 15 et 17 en 1947, et les races 15 et 21 en 1950, toutes trois nettement plus virulentes que la race 14. En définitive, la gravité de l'attaque de Rouille noire est conditionnée par l'apparition précoce de races virulentes et par des conditions météorologiques favorables (2).

II. — COMPORTEMENT DES VARIÉTÉS AU CHAMP

En 1948, le 27 juillet, sur 175 variétés de Blé en observation, une seule (*Olympique*) était fortement attaquée ; seize étaient assez fortement attaquées

(1) Il a été difficile d'apprécier les dégâts provoqués par la Rouille noire en 1950, par suite de la verse qui a touché de nombreuses cultures ; dans la plupart des cas, les rendements ont été supérieurs à ceux que l'on attendait. On peut penser que le temps couvert et pluvieux qui a sévi dans la première quinzaine de juillet, s'il a contribué à disséminer le parasite, a empêché cependant un échaudage trop violent ; les dommages auraient certainement été plus graves si, à partir du 1er juillet, alors que les céréales étaient déjà fortement atteintes, le temps avait été beau et ensoleillé.

(2) En 1949, les dégâts ont été insignifiants malgré une apparition précoce de la maladie, non seulement parce que la race intervenant était peu virulente, mais aussi parce que les conditions météorologiques jusqu'à la moisson ont été défavorables à l'extension du parasite (aucune précipitation).

(*Blanc de Flandres, Bon Fermal, Heines II, Hybride de la Paix, Pax, R. Leblond, Vilmorin 27, Wattines, Wilhelmine, Wilson, D. C. Tourneur, Florence 135, Mentana, Rouge prolifique barbu, Saissette de Maninet, Vilmorin 29*) ; les autres étaient peu atteintes ou indemnes.

En 1949, le 14 juillet, sur 170 variétés, 20 étaient fortement attaquées (*Beauceron, Bellevue, Hybride de Bersée, Blanc de Flandre, Bon Fermal, Bon Fermier, Bon Moulin, Franc Nord, Hybride 46, Ile-de-France, Innovation Bataille, Institut Agronomique, Inversable, Jade, Liberator, Marival, Martin, Maximum Cambier, René Leblond*) ; 98 étaient plus ou moins faiblement attaquées et 52 indemnes.

Beaucoup plus probantes quant à la sensibilité des variétés sont les observations de 1950.

Dès le 8 juin, sur 172 variétés en observation, 80 sont déjà touchées ; le 16 juin, 151 variétés sont atteintes, seules les variétés *GN* et *GP* sont intactes parmi les blés d'hiver. Le 1er juillet, 6 variétés seulement sont indemnes (*Triticum timopheevi, Thatcher*, 1 lignée de *Kenya*, 2 lignées de *Kenya* × *Florence* × *Dundee* et 1 lignée de *Kenya* × *Gular* × *Ford* × *Baringa*) et 6 portent quelques urédosores (*GN* (1) : 1 sore ; *GP* (2) : 3 sores ; *Vernal, Engrain commun, Mac Murrachy* et *Regent* : quelques sores). Enfin, le 17 juillet, seul *Triticum timopheevi* est indemne, *GN* et *GP* sont très faiblement attaqués, *Thatcher* est faiblement touché, toutes les autres variétés sont plus ou moins fortement atteintes. Certaines sont si fortement malmenées que toutes les plantes sont couvertes de Rouille noire depuis le sommet des épis jusqu'à la base des chaumes et que le sol sous-jacent est rouge de spores ; c'est le cas pour *Alsace 22, Bataille 132, B_2 Schribaux, Bon Fermal, Bon Fermier, Colmar 115, Martin, Maximum Cambier, Minhardi 3, Noël, Olympique, Pont Cailloux, René Leblond, Vilmorin 23.*

D'autres sont très fortement atteintes comme *Alliés, Alma, A. Briand, Beauceron, Blanc de Flandres, Blé Seigle, Bon Moulin, Champagne, H. de la Cloqueterie, Concorde, Courtal, Dattel, Druchamp, Epi d'or, Evolution, Extra Kolben II, Flandres, Flèche d'Or, Franc Nord, Gerbor, Gironde, GM* (3), *Heines Kolben, Jade, Mentana, Minhardi de Versailles, NR, H. de la Paix, Paris-Vilmorin, Pax, Petit Quinquin, Pévèle, Piave 702, Picardie, Président Riverain, Soissonnais, H. de la Tour, Trésor, Vercors, Wattines, Wilhelmine, Wilson, Yeoman, Yveline, Triticum spelta* var. *album, Little Club, Arnautka, Einkorn, Kota, Kubanka, Marquis, Mindum, Closeaux, Dr Mazé, Fylgia, Guatrache, Hope, Vilmorin 29, Spelmar* et divers blés d'Afrique du Nord : *BT Maroc 422, BT Maroc 426, BT Maroc 588, Florence 135*, 2 lignées de *Florence* × *Aurore*, 2 lignées de *Florence-Aurore* × *Pusa 4*, 1 lignée de *Florence* × *Stamura*, 1 lignée de *Kenya, BD Maroc 250*, 2 lignées de *Pusa 6, Oued Zenati 368*, 1 lignée de *Syndyouk* × *Mahmoudi*.

(1) GN = [(Martin × K_3) × Hohenheimer 77] 5-2-1 × Oro) 80-3.
(2) GP = [Martin × K_3) × Hohenheimer 77] 5-2-1 × Oro) 90-2.
(3) GM = [(Martin × K_3) × Hohenheimer 77] 5-2-1 × Oro) 69-7.

Enfin les variétés suivantes sont fortement touchées : *Annie, Auchy, Bastard Rimpau, Bellevue, Hybride de Bersée, Bon Sac, Bretagne, Capelle, Carlotta Strampelli, Chanteclair, Chartres, Cloche 26, Côte d'Or, Hybride à courte paille, Dômes, GA* (1), *GB* (2), *GC* (3), *GD* (4), *GE* (5), *GF* (6), *GH, GL* (7), *Heines II, Hohenheimer 77, Hybride 40, Hybride 46, Ile-de-France, Innovation-Bataille, Institut Agronomique, Inversable, Liberator, Marival, Engrain commun, Mouton à épi rouge, Nord, Normandie, Piave 692, Polonium, PLM₁, Précoce de juillet, Préparateur Etienne, Progress, Riéti 11, Terroir, Teverson, Vague d'épis, Vieux Ferrette, Vilmorin 27, Vuitebœuf, Pétanielle blanche, Acmé, Khapli, Reliance, Vernal,* 3 lignées de *Florence-Aurore* × *Pusa 4,* 1 lignée de *Florence* × *Ford,* 1 lignée de *Kenya,* 2 lignées de *Kenya* × *Ford* × *Dundee,* 1 lignée de *Kenya* × *Ford* × *Gular* × *Baringa, Mac Murrachy,* 1 lignée de *Pusa 26* × *Florence,* 1 lignée de *Pusa-Florence* × *Garnet, Apex, Warren, Oro, Sbei* × *M'rari,* 1 lignée de *Syndyouk* × *Mahmoudi, Regent.*

Il convient de remarquer qu'en 1950, des variétés comme *Heines Kolben, Khapli, Reliance, Vernal, Hope, Mac Murrachy, Apex, Warren, Oro, Regent,* généralement considérées comme résistantes, sont violemment attaquées par suite de l'intervention des races virulentes 15 et 21. Seules conservent leur résistance à l'égard de ces races *Triticum timopheevi* (cependant sensible en serre), *GN, GP* et, à un moindre degré, *Thatcher.*

La gravité de l'attaque survenue en culture en 1950 a permis de faire un choix très sévère parmi nos hybrides à l'étude, dont 5 sont en F_4, 5 en F_3 et 17 en F_2. Certaines descendances ont été complètement éliminées, par exemple la descendance de (*GN* × *Dômes*) × *Bersée,* magnifique d'allure mais trop sensible à la Rouille noire ; d'autres ne donnant aucun espoir de productivité ont été également abandonnées.

Il nous reste actuellement 19 descendances de croisements, riches chacune de 5 à 20 familles et qui donnent provisoirement satisfaction. Les croisements lespl us intéressants semblent être *GN* × *Dômes* et (*GN* × *Yga*) × *Yga*. D'une manière générale, ces croisements présentent encore quelques défauts dont les principaux sont : une certaine tardivité, une taille trop élevée et une certaine sensibilité à la Rouille jaune. Il faudra donc orienter la sélection vers le choix, comme départs de lignées, de plantes précoces, courtes et résistantes à la Rouille jaune.

Il est certain que, le stock racial d'un pays se renouvelant sans cesse, ces nouveaux hybrides ne sont pas à l'abri d'une attaque par des races nouvelles ; cependant, la résistance de ces plantes à l'égard des races actuelles les plus virulentes laisse bien augurer de leur comportement futur.

(1) GA = [(PLM × ds Vil. 23) × Côte d'Or] 1-1...5.
(2) GB = [(PLM × ds Vil. 23) × Côte-d'Or] 7-1...4.
(3) GC = [(Mon Désir × Ardito) × (Moutot à épi roux × K_3)] × Moutot à épi roux) × (PLM × ds Vil. 23) 35-1.
(4) GD = [(K_3 × PLM) × Minhardi 3] 4-1 × Minhardi) 3-3-4-2.
(5) GE = Etoile de Choisy.
(6) GF = [(Mon Désir × Ardito) × (Moutot à épi roux × K_3)] × Moutot à épi roux) 68-1...6.
(7) GL = [(Mon Désir × Warren) × (PLM × Vilm. 27)8] 15-1-6...6.
Hybrides obtenus à la Station d'amélioration des plantes de grande culture du PLM à Dijon.

De toutes manières, un pas vers l'obtention de variétés de Blé résistantes à la Rouille noire aura été franchi.

III. — CONTAMINATIONS DES BERBERIS EN SERRE

Le matériel teleutosporifère provenant de diverses régions de France et mis à hiverner au dehors a été utilisé au printemps pour la contamination de jeunes plants de *Berberis vulgaris* en pots.

Les résultats des essais de contamination sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Hôtes téleutosporifères	Nombre de provenances essayées			Nombre de contaminations positives sur *Berberis*		
	en 1948	en 1949	en 1950	en 1948	en 1949	en 1950
Aegilops	2	—	1	0	—	0
Agropyrum	3	3	1	3	2	1
Agrostis	1	2	—	0	0	—
Arrhenatherum	3	1	—	3	1	—
Avena	6	4	1	4	2	1
Bromus	4	2	—	0	1	—
Corynephorus	—	1	—	—	0	—
Dactylis	3	2	—	2	1	—
Elymus	—	2	—	—	1	—
Festuca	1	1	—	0	0	—
Hordeum	4	2	—	3	1	—
Koeleria	1	—	—	0	—	—
Lagurus	1	—	—	1	—	—
Lolium	—	6	—	—	2	—
Phalaris	1	—	—	0	—	—
Phleum	1	2	—	0	0	—
Poa	2	1	—	1	1	—
Secale	2	5	1	2	3	1
Sesleria	1	—	—	0	—	—
Trisetum	1	—	—	1	—	—
Triticum	36	14	13	21	6	6
Vulpia	2	—	—	0	—	—

IV. — ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DES SOUCHES DE ROUILLE NOIRE EN SERRE

Le nombre des contaminations expérimentales réalisées a été de 3 800 en 1948, de 3 000 en 1949 et de 5 000 en 1950 (s'ajoutant aux 20 000 contaminations réalisées au cours des années 1941 à 1947).

A) Rouille noire des Blés

En 1948, 21 souches de ***Puccinia graminis*** en provenance des Blés ont été étudiées :

TABLEAU I

Réaction des céréales à l'infection par les souches de **Puccinia graminis tritici** *en provenance des Blés (matériel infectieux récolté en 1947).*

Variétés	T 52	T 53	T 54	T 55	T 57	T 58	T 59
Triticum vulgare							
Blé-Seigle	I	I	i	IV	IV	III +	IV
BT Maroc 422				i	?i	III +	III
— 426				i	II +	III +	II +
— 588				IV —	?II	III +	III +
Cappelle	I +	o	i	?II —	III	III	?i
Carlotta Strampelli	i		I +	i	?III	III +	III
Champagne	IV —	i	III —	III	III —	III —	I +
Dômes	III +	?i	i	I +	III +	III +	III —
Florence 135	i	II +	III	III	III +	III +	?II +
Florence × Aurore 8193	i	I +	IV —	II +	II	III	?II —
T 117 Florence-Aurore × Pusa 4 1 d 1				?o +	?i	IV —	II —
— — 1 d 2				IV	?II —	III +	III
T 120 — — 1 d 1				?III —	?II	?III	?III —
T 117*bis* — — 1 d 2				i	?I +	i	?III +
T 117 — — 5 d 3				IV —	?i	IV —	III
Florence × Ford 1350 5 d 1				i	?I +	III +	III —
Florence × Stamura 5 s 10				i	i	III +	?II —
Fylgia	I	II	III	i	i	III +	II —
G A	i	i	II	III —	i	III —	III
G C	II —		II —	I	I	II	i
G H	i		i	i	i	i	II +
G L	i		I +	I	?i	?i	i
G N	i	i	i	i	i	i	i
G P	i	i	i	IV —	i	i	IV —
Guatrache				i	i	i	III —
Heines Kolben	i	I +	i	III	i	III —	II +
Hope	i	II —	I +	III	i	i	i
Jade	III		II	II +	IV	IV	III +
Kanred	III		II	III +	III	III	III
Kenya 1294 6 d 2	i		I	II +	i	i	i
— 1297 18 d 3				i	I +	o +	i
Kenya × Florence × Dundee :							
1341 17 d 1				i	?i	II	?I
1344 17 d 1				i	i	III —	i
Kenya × Gular × Ford × Baringa :							
1359 5 d 1				i	i	II	i
La Fayette	i	II +	i	II	IV —	III +	III —
Liberator	III +	III		III +	IV —	i	III +
Mac Murrachy				i	i	i	i
Minhardi 3	IV	IV	IV	IV	IV	IV —	IV
Nord Desprez	III	i	i	IV —	IV —	IV —	i
Olympique	IV —	IV —		IV —	IV —	III +	III
Oro	i	II	II	IV —	i	i	III +
Piave 702	II +	i	II +	III —	III	III	i
P L M_1	i	I	II	II +	?II	III	II +
Polonium	II	IV —		II	III —	III —	III
Préparateur Étienne	II +	II	III	IV	IV	III	IV
Pusa 6 5 d 1	II +	I +	III —	i	III —	IV —	III
— 5 d 2	i	IV —	III —	i	i	IV —	II
Pusa-Florence × Garnet 2 l 1				III	?i	i	III +
Ridit 3				II +	i	III +	II
Rieti 11	I +	i	o +	II +	i	III +	II
Thatcher	i	i	i	i	i	i	i
Vilmorin 23	III +	III +	IV	III +	IV	III +	III +
Warren	II —	II +		i	i	II —	III
Yga	II +		I	III +	IV —	IV —	III +
Triticum durum :							
BD Maroc 250				III +	I	III	II —
Bidi Bigourdan				IV —	II	III	III

Variétés	T 52	T 53	T 54	T 55	T 57	T 58	T 59
Sbei × M'rari				III	i	III +	II —
Sindyouk × Mahmoudi 870 1 cr 4	IV	III	IV	III —	IV —	III	III +
Sindyouk × Mahmoudi 870 1 cr 7	IV	IV —	II +	II	II +	III —	IV
Triticum monococcum	III +	III +	III	IV	IV	III	III +
Triticum timopheevi	III	IV —	II +	III —	III +	III +	IV —
Hordeum distichum :							
Orge Primus	IV —	II		II +	IV —	II —	III
Secale cereale :							
Seigle Petkus	o +	i	o	o	o +	i	I —

T 51 : à partir d'écidiospores issues par passage sur *Berberis* de téleutospores recueillies à Valence (Drôme) sur *Tezier B 164*, septembre 1947.
T 52 : *id.* sur *Tezier B 860* (*id.*).
T 53 : *id.* sur *Miracle* à Grignon, août 1947.
T 54 : *id.* sur *Bastard Hatif de Rimpau* à Grignon, août 1947.
T 55 : *id.* sur *Kubanka* à Grignon, août 1947.
T 56 : *id.* sur *Abyssinie* A_3 à Grignon, août 1947.
T 57 : *id.* sur *T. monococcum* × *T. boeticum* à Grignon, août 1947.
T 58 : *id.* sur *Florence* 135 à Grignon, août 1947.
T 59 : *id.* sur Blé, Thorenc (Alpes-Maritimes), 1200 mètres alt., septembre 1947.
T 60 : *id.* sur Blé à Aumale (Seine-Inf.), septembre 1947.
T 61 : *id.* sur Blé à Aumale (Seine-Inf.), septembre 1947.
T 62 : *id.* sur Blé à Grignon, 10 octobre 1947.
T 63 : à partir d'urédospores recueillies sur *Bladette de Besplas* à Montpellier (Hérault), 19 mai 1948.
T 64 : *id.* sur *Gentile Rosso* à Montpellier (Hérault), 22 mai 1948.
T 65 : *id.* sur *Roma* à Montpellier (Hérault), 22 mai 1948.
T 66 : *id.* sur *Chiapelli* à Montpellier (Hérault), 22 mai 1948.
T 67 : *id.* sur *Florence-Aurore* en Tunisie, 1948.
T 68 : *id.* sur *Heines Kolben* à Montpellier (Hérault), 28 mai 1948.
T 69 : *id.* sur *Normandie* à Grignon, 21 juillet 1948.
T 70 : *id.* sur *Zara* à Grignon, 18 août 1948.
T 71 : *id.* sur Blé à Angers (Maine-et-Loire), 10 septembre 1948.

Le tableau I résume l'essentiel des résultats procurés par les souches soumises à l'étude expérimentale.

L'identification des souches a été réalisée à l'aide des variétés différentielles nord-américaines. Seules les souches T 55 et T 71 ont pu être correctement identifiées ; elles appartiennent à la race 14 de ***Puccinia graminis tritici*** (tableau II).

En 1949, nous n'avons disposé pour l'étude que d'un nombre réduit de souches de ***Puccinia graminis tritici*** en provenance des Blés :

T 72 : à partir d'urédospores prélevées à Versailles (Seine-et-Oise) en 1948, sur *Vilmorin 23*, et conservées pendant la mauvaise saison au frigidaire entre + 2 et + 4°C.
T 73 : à partir d'urédospores prélevées sur *Hybride 40* à Montpellier (Hérault), mai 1949.
T 74 : à partir d'urédospores prélevées sur *Vilmorin 29* à Montpellier (Hérault), 10 mai 1949.

Quelques souches originaires de Grignon ont été rapidement perdues par suite des conditions défavorables régnant dans la serre au cours de l'été 1949 (température trop élevée, atteignant 45°).

Seule, la souche 74 a pu être identifiée ; elle appartient à la race 14 de ***Puccinia graminis tritici*** (tableau II).

TABLEAU II

Réaction des variétés différentielles nord-américaines de Blé à l'égard des souches de ***Puccinia graminis tritici*** *en provenance des Blés (matériel infectieux récolté en 1947 pour la souche T 55, en 1948 pour la souche T 71 et en 1949 pour la souche T 74).*

Variété	race 14 de *Puccinia graminis tritici*			
	Type	Souche T 55	Souche T 71	Souche T 74
Little Club 4066	4 +	III	III	IV —
Marquis 3641	2 —	II	II +	I
Reliance 7370	1 —	i (→ II)	i	i (→ II)
Kota 5878	1 + +	i (→ I)	i (→ II —)	i (→ I)
Arnautka 1493	3 + +	III	I (→ III)	III +
Mindum 5296	3 + +	III	III	IV —
Spelmar 6236	3 + +	III	III	IV —
Kubanka 1440	3 + +	III	III	IV —
Acmé 5284	3 + +	III +	III	III +
Einkorn 2433	3	III +	III —	III
Vernal 3686	1 =	o +	o +	o +
Khapli 4103	o ;	o +	I	I

En 1950, 12 souches de ***Puccinia graminis tritici***, en provenance des Blés, ont été étudiées :

T 75 : urédospores prélevées sur Blé de culture à Grignon, 10 juin 1950.
T 76 : » » sur Blé de culture à Davron (Seine-et-Oise), 12 juin 1950.
T 77 : » » sur *Warren* à Grignon, 15 juin 1950
T 78 : » » sur *Vilmorin 27* à Versailles, 17 juin 1950.
T 79 : » » sur *Hybride 80* à Versailles, 17 juin 1950.
T 80 : » » sur *Reliance* à Grignon, 19 juin 1950.
T 81 : » » sur *Hope* à Grignon, 27 juin 1950.
T 82 : » » sur *GN* à Grignon, 1er juillet 1950.
T 83 : » » sur *Reliance* à Grignon, 10 juillet 1950.
T 84 : » » sur *Engrain commun* à Grignon, 17 juillet 1950.
T 85 : » » sur *Oro* à Grignon, 17 juillet 1950.
T 86 : » » sur *Regent* à Grignon, 17 juillet 1950.

Le comportement de ces diverses souches a été étudié vis-à-vis de 75 variétés de Blé ; les résultats essentiels sont résumés dans le tableau III pour les 10 souches les mieux étudiées.

L'identification des souches, réalisée à l'aide des variétés différentielles nord-américaines, a permis d'aboutir aux conclusions suivantes (tableau IV) :

— les souches T 75, T 78, T 79, T 84 et T 86 appartiennent à la race 14 de ***Puccinia graminis tritici*** ;

— les souches T 76 et T 80 appartiennent à la race 15 de ***Puccinia graminis tritici*** ;

— les souches T 77 et T 83 appartiennent à la race 21 de ***Puccinia graminis tritici***.

TABLEAU III

Réaction des céréales à l'infection par les souches de **Puccinia graminis tritici** *en provenance des Blés (matériel infectieux récolté en 1950)*

Variétés	T 75	T 76	T 77	T 78	T 79	T 80	T 81	T 83	T 84	T 85
Bersée (Hybride de)	III	III +	I	IV	III +	IV —	III	III	?i	III
Blé Seigle	IV	III —	II —	IV	IV	IV	i	?i	IV	III +
Cappelle	IV	III +	i	IV —	III +	IV —	III +	?I	?II +	?II +
Carlotta Strampelli	II +	II	IV	II	I	III —	II	IV	III	III
Champagne	III	III +	II —	IV —	IV —	IV	III +	?i	III —	?II
Dômes	III +	I	IV —	i	II	IV —	III —	IV	III	i
G A	II	III +	III +	III	i	IV	o +	IV —	II	III +
G C	I	IV	I	I	o +	III +	I	I	I +	IV
G H	o +	IV —	IV	o +	o	IV	III —	IV	I	III +
G L	o	IV —	II +	III	o +	IV	II +	IV	I	IV —
G N	i	IV	i	i	i	IV	?II	i	i	IV —
G P	i	IV	i	i	i	IV	II +	i	i	III +
Heines Kolben	o +	III —	III +	III	IV	IV	IV —	III +	i	III —
Jade	IV	III +	III +	IV —	IV —	IV				
Liberator	i	III	i	IV	III +	IV —				
Marival	III —	II +	III +	IV —	IV	IV				
Martin	i	III +	?i	III +	IV —	IV —				
Minhardi 3	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV —	IV
Minhardi (de Versailles)	IV —	IV	III	IV	IV —	IV				
Nord-Desprez	III +	?i	?i	IV —	IV —	IV				
Olympique	III +	III +	IV —	IV —	III +	IV				
Piave 692	II	IV —	III —	I	III +	IV —	I	i	i	III +
P L M_1	IV	IV —	III —	III	IV	IV —	II	III +	o +	III +
Polonium	i	III	III +	IV	IV —	IV —				
Préparateur Étienne	IV	III +	III +	IV —	IV —	IV	i	III +	IV	III +
Progress	II	?i	III	III	II +	IV —				
Rieti 11	IV —	?	III +	IV	I	IV	IV	IV —	?i	?o +
Vilmorin 23	IV	IV —	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	III +
Vilmorin 27	III	?i	IV	IV —	IV —	IV —				
Yga	IV	IV —	II +	IV	III	IV —	III	IV	?II	?II +
Yveline	III —	IV —	IV —	IV	III	IV				
Triticum spelta	III +	IV —	IV —	IV —	III	IV				
Triticum monococcum	IV	IV	II	IV	IV	IV	I	II +	IV —	III +

TABLEAU III *(suite)*

Variétés	T 75	T 76	T 77	T 78	T 79	T 80	T 81	T 83	T 84	T 85
Triticum timopheevi	III +	III +	II +	III —	?	IV —				
B T Maroc 426	III +	III	?i	III +	III +	IV —				
B T Maroc 588	II +	III +	III +	IV	III +	IV				
Closeaux	?i	?i	?i	III	?i	IV				
Dr Mazé	III +	III —	?i	III	II +	IV				
Florence 135	o +	III —	II +	III —	I	IV				
Florence-Aurore 8193	II	II —	III —	III	IV	IV —	IV —	i	III	III —
T 117 Florence-Aurore × Pusa 4 1 d 1	III —	II	?i	III	II	III +				
T 117 — — 1 d 2										
T 120 — — 1 d 1	II +	?	III	III —	IV —	IV —				
T 117*bis* — — 1 d 2	IV —	?	III +	III	IV —	III +				
T 117 — — 5 d 3	?	?	II	II	III +	II +				
Florence × Ford 1350 5 d 1	?I	?	III +	II —	III +	III +				
Florence × Stamura 5 s 10	?	?	III	II +	III	III —				
Fylgia	II —	II +	I +	II +	?i	IV —	IV —	III	II	III +
Guatrache	?i	?	i	II —	i	IV				
Hope	I	III +	II +	II —	?o	II +	IV	III +	I	III +
Kenya 1294 6 d 2	I +	II —	?	?	i	IV	o	i	II	i
Kenya 1297 18 d 3	III —	?I +	i	III +	IV —	IV	i	i	III	II
Kenya × Florence × Dundee 1341 17 d 1	?i	?	?i	III	I	III —				
— — — 1344 17 d 1	III —	?	?i	I	i	IV —				
Kenya × Gular × Ford × Baringa 1359 5 d 1	?II	?	?i	I —	i	III —				
Mac Murrachy	?i	?	?i	II +	II	III +				
Pusa 6 5 d 1	o	IV —	?	?	?i	III	i	III +	III	II
Pusa 6 5 d 2	o +	III	II —	III	III	IV —	I +	III +	III	?i
Pusa 26 × Florence 1366 10 d 4	?	?	?	III +	IV —	I +				
Pusa-Florence × Garnet 2 l 1	?II +	?	IV	III	III +	IV —				
Tezier B 371	III +	?	?i	III	II	IV				
Tezier C 371	?II	?	III +	III +	II +	IV				
Thatcher	i	o	i	i	i	?II	i	i	i	i
Thatcher C A N 1830	?	?	i	i	i	o +				
Vilmorin 29	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV —
Warren	o	II +	IV —	III +	IV —	IV —	?IV —	?i	?o +	?III —
B D Maroc 250	?	?	?	IV —	IV	?i				
Oro	i	i	i	i	i	IV —	i	?i	?i	
Oued Zenati 368	?	?	?	III +	III	II +				
Sbei × M'rari 11 lr 1	?	?	?	IV	III +	II				
Sindyouk × Mahmoudi 870 1 cr 4	?	?	?	III +	IV —	III +				
— — 870 1 cr 7	?	?	?	III +	III —	II +				
Apex C A N 1938	III +	?	?i	III	II	IV				
Regent C A N 1857	?o +	?	?	III —	o	IV				

TABLEAU IV

Réaction des variétés différentielles nord-américaines de Blé à l'égard des souches de ***Puccinia graminis tritici*** *en provenance des Blés (matériel infectieux récolté en 1950).*

Variété	race 14 de *Puccinia graminis tritici*					
	Type	Souche T 75	Souche T 78	Souche T 79	Souche T 84	Souche T 86
Little Club 4066	4 +	IV —	III	IV	IV —	IV —
Marquis 3641	2 —	II +	II +	II	o +	II +
Reliance 7370	1 —	i	i	i	i	i
Kota 5878	1 ++	o + (→ II)	I (→ III)	i (→ III)	i	I → III —
Arnautka 1493	3 ++	IV —	IV —	III +	IV —	IV —
Mindum 5296	3 ++	IV —	IV —	IV —	IV —	IV —
Spelmar 6236	3 ++	III —	III	IV —	III +	IV —
Kubanka 1440	3 ++	III +	III +	IV —	III +	IV —
Acmé 5284	3 ++	IV —	IV —	IV	IV —	IV —
Einkorn 2433	3	III +	III +	III +	III	III +
Vernal 3686	1 =	o (→ II +)	I —	o	o	I +
Khapli 4103	o;	o + (→ II +)	II	II(→III—)	1 (→ II +)	II

Variété	race 15 de *Puccinia graminis tritici*			race 21 de *Puccinia graminis tritici*		
	Type	Souche T 76	Souche T 80	Type	Souche T 77	Souche T 83
Little Club 4066	4 (3)	IV	IV	(4)	IV —	IV —
Marquis 3641	4	III +	III +	4	III +	III +
Reliance 7370	(4)	III +	III +	(o)	i	i
Kota 5878	3 (4)	III	III +	3	III	III +
Arnautka 1493	4	IV —	III +	4	III +	IV —
Mindum 5295	4	III +	IV —	4	III +	III +
Spelmar 6236	4	III	III	4	III	III +
Kubanka 1440	3 (4)	IV —	IV —	4	IV —	III +
Acmé 5284	3 (4)	III +	IV —	3	IV —	IV —
Einkorn 2433	3 (4)	III	III	1 +	o + (→ II +)	I (→ II +)
Vernal 3686	4	III +	III	o	o +	o +
Khapli 4103	1	II —	o + (→ II +)	1	o +	o+

B) Rouille noire des Orges

En 1948 et en 1949, les souches provenant des *Hordeum* spontanés ou cultivés ont été perdues dès la première contamination.

En 1950, 3 souches en provenance des Orges ont été étudiées :

H 19 : urédospores prélevées sur *Hordeum distichum* à Grignon, 13 juillet 1950.
H 20 : » » sur *Hordeum murinum* à Grignon, 28 juillet 1950.
H 21 : » » sur *Hordeum distichum* à Carolles (Manche), 11 août 1950.

Toutes trois se sont révélées appartenir à la f. sp. ***tritici*** de ***Puccinia graminis*** (plus précisément à la race 14 pour H 19 et H 21) ; le Seigle et l'Avoine sont demeurés indemnes, tandis que *Vilmorin 23* et *Triticum monococcum* ont été dans tous les cas fortement attaqués.

C) Rouille noire des Seigles

En 1948, une souche S 23 a été étudiée à partir d'urédospores prélevées à Grignon sur *Secale cereale* le 24 mai 1948. Cette souche appartient à la f. sp. ***secalis*** de ***Puccinia graminis*** ; elle a donné une infection du type III sur le Seigle et une infection du type I sur l'Orge à deux rangs, tandis que l'Avoine et les Blés *Minhardi 3*, *Vilmorin 23* et *Triticum monococcum* se montraient réfractaires.

Nous rattachons également à la f. sp. ***secalis*** de ***Puccinia graminis*** la souche Ag 18 obtenue d'urédospores prélevées sur *Agropyrum repens* à Grignon le 7 août 1948 ; celle-ci a donné une infection de type III + sur le Seigle et une infection du type II sur *Agropyrum caninum* et *repens*, alors que l'Avoine, l'Orge et les Blés *Minhardi 3*, *Vilmorin 23* et *Triticum monococcum* demeuraient indemnes.

En 1949, 2 souches provenant des Seigles ont été étudiées :

S 24 : urédospores prélevées sur Seigle à Luz (Hautes-Pyrénées), 750 m. alt., 19 juillet 1949.
S 25 : » » sur Seigle à Gérardmer (Vosges), 700 m. alt., 30 août 1949.

Ces deux souches ont procuré une infection du type IV sur le Seigle, mais respectent les *Aegilops*, *Brachypodium*, Avoines et Blés. S 24 n'attaque pas les *Agropyrum*, *Bromus* (sauf *Bromus maximus* : O +), *Lolium* et *Vulpia myuros* ; par contre *Elymus europaeus* se laisse infecter (III —), ainsi que *Hordeum murinum* (1), *secalinum* (1) et *vulgare* (O +). S 25 attaque légèrement (O +) *Hordeum secalinum* et *vulgare*.

Nous rattachons à la f. sp. ***secalis*** de ***Puccinia graminis*** la souche Ag 19, isolée d'urédospores prélevées sur *Agropyrum repens* à la ferme Mayocq près Abbeville (Somme) le 20 septembre 1949, et qui a donné une infection du type III sur le Seigle et une infection du type O + sur *Hordeum vulgare* et *Agropyrum repens*, mais qui a respecté les Avoines et les Blés.

D) Rouille noire des Avoines

En 1948, 3 souches de Rouille noire ont été étudiées en provenance des Avoines :

A 22 : écidiospores issues (par passage sur *Berberis*) de téleutospores recueillies sur Avoine *Bond* à Grignon en août 1947.
A 23 : écidiospores issues (par passage sur *Berberis*) de téleutospores recueillies sur Avoine *Markton* à Grignon en août 1947.
A 24 : urédospores prélevées sur Avoine *Grignonnaise* à Grignon, 7 août 1948.

TABLEAU V

Réaction des céréales et graminées à l'infection par les souches de **Puccinia graminis avenae** *en provenance des Avoines (matériel infectieux récolté en 1947 pour les souches A 22 et A 23 et en 1948 pour la souche A 24).*

	A 22	A 23	A 24
Anthoxanthum odoratum	? i	i	i
Arrhenatherum elatius	? i	o +	III
Avena ludoviciana	III +	IV	IV
Avena cult. :			
Anthony	I	II —	II +
Anthony x LN 344/34	i	I	III —
Blanche de Hongrie	IV	IV —	IV —
Bond CI 7233	IV —	IV	IV
Burt 1-8-3	o +	I	I
Dans 162	IV	IV	III +
Erban	I	o +	III —
Fulghum 1-7-2-5-2	III +	IV —	III +
— 4-2-1-6-1	? i	o +	o +
Grignonnaise	IV —	IV	IV —
Grise d'hiver	IV	III +	III +
Iogold CI 2829	o +	I	o +
Iowar CI 847	IV —	IV —	IV —
Jostrain CI 2660	III +	III +	III +
Kanota 13-1-4-7	o	o +	o +
Kerson 3-8-2-m-4	o +	o +	o +
Ligowo III	III +	III	III +
Markton CI 2053	IV —	IV —	IV
Minrus CI 2144	o +	II +	II +
Noire de Brie	i	IV	III
Pluie d'or	III +	IV —	III
Prieuré	III +	IV —	o
Rainbow CI 2345	IV —	III +	III +
Redrustproof CI 1815	IV —	IV	IV
Richland CI 787	IV	IV	IV
Richland 4-1-m-3-3	o	II +	o +
Ruakura CI 2025	IV —	IV	IV
Sevnothree CI 3261	IV —	IV —	IV
Unilaterale de Read	i	I	III
Victoire	III +	IV —	III
V_1 x Ng. 51-18-2-6	III +	III +	IV
V_1 x Ng. 16-15-5-8	III +	III	IV —
Victoria 2	III +	IV	IV —
(Victory x BM 374) 462-3-4	I	III —	II +
Victory x Green Russian 680-m-1	o	I	I
Von Lochow	IV	III +	III
Brachypodium sylvaticum	i	i	i
Bromus arduennensis	II	i	II —
— *erectus*	i	i	i
— *intermedius*	i	I +	III +
— *tectorum*	i	II +	II —
Cynosurus aureus		III	IV —
— *cristatus*	i	i	i
— *echinatus*	III —	o	i
Dactylis glomerata			I
Festuca arundinacea	i	i	I
Gaudinia fragilis	i	i	III +
Holcus lanatus		II +	
Lagurus ovatus	III —	II +	III
Lolium perenne	i	i	i
— *temulentum*	i	i	i
Melica ciliata		I +	i
Phleum pratense	i	i	i
Secale cereale	i	i	i
Triticum monococcum	i	i	i
— *vulgare*	i	i	i
Vulpia myuros	i	i	II

Les résultats des infections expérimentales réalisées en serre sont résumés dans le tableau V.

TABLEAU VI

Réaction des céréales et graminées à l'infection par les souches de **Puccinia graminis avenae** *en provenance des Avoines (A 25, A 26 et A 27) et des Bromes (Br 7) (matériel infectieux récolté en 1948 pour les souches A 25, A 26 et Br 7 et en 1949 pour la souche A 27).*

	A 25	A 26	A 27	Br 7
Alopecurus agrestis	i	i	i	i
Anthoxanthum odoratum	i		i	i
Arrhenatherum elatius		I	II	o +
Avena ludoviciana	III +	III —	IV —	IV —
Avena cult. :				
Bond CI 7233	IV —	IV —	IV —	IV
Iogold 2829	o +	o +	IV	o +
Iowar CI 847	IV	III +	IV —	IV
Jostrain CI 2660	III —	III	III +	IV
Markton CI 2053	IV	IV	IV —	IV
Minrus CI 2144	I	II +	III +	II —
Rainbow CI 2345	I +	IV —	III +	I
Redrustproof CI 1815	IV	IV	IV	IV
Richland CI 787	IV	IV	IV	IV
Ruakura CI 2025	IV —	IV —	III	IV —
Sevnothree CI 3261	IV —	IV	III +	IV
Victoria CI 2101	IV	IV —	IV —	IV
Blanche de Hongrie	III +	III	IV —	IV
Burt 1-8-3	o +	I	IV	II +
Erban	I	i	IV	i
Fulghum 1-7-2-5-2	IV —	IV	IV	IV
— 4-2-1-6-1	o +	i		I
Kanota 13-1-4-7	o +	i	IV	I
Richland 4-1-m-3-3	o +	o +	IV —	II
Unilaterale de Read	I	I	IV	IV
V_1 x Ng 51-18-2-6	III	II +	III	III +
V_1 x Ng 16-15-5-8	IV —	i	III	IV
Victoria 2	IV	i		IV —
(Victory x BM 374) 462-3-4	o	i		
Victory x Green Russian 680-m-1	I +	o +	IV	I
Dans 162	i	i	IV —	III +
Grignonnaise	III +	III	IV	IV
Brachypodium pinnatum	i		i	i
— *sylvaticum*	i	i	i	i
Bromus intermedius	I	o +	i	o +
Cynosurus aureus				III
— *echinatus*	i	o	i	
Dactylis glomerata	II		o +	i
Festuca arundinacea	i	o	i	i
Gaudinia fragilis	i	i		i
Koeleria cristata			II +	
Lagurus ovatus	III +	i	III —	I +
Lolium temulentum	i	i	i	i
Piptatherum multiflorum	I	I	I	o +
Poa trivialis			i	i
Secale cereale	i	i	i	i
Sesleria cylindrica	II —	o +		
Triticum monococcum	i	i	i	i
— *vulgare*	i	i	i	i
Vulpia myuros	III	III —		III —

En 1949, 3 souches de Rouille noire en provenance des Avoines ont été étudiées. Ce sont les souches :

A 25 : écidiospores issues (par passage sur *Berberis*) de teleutospores recueillies sur Avoine *Pluie d'or* à Grignon le 18 août 1948.
A 26 : écidiospores issues (par passage sur *Berberis*) de téleutospores recueillies sur *Avena fatua* à Grignon le 7 septembre 1948.
A 27 : urédospores prélevées sur Avoine *Bond* à Grignon le 15 juillet 1949.

Nous y joignons la souche Br 7, provenant d'écidies formées sur *Berberis* à partir de téleutospores prélevées sur *Bromus tectorum* à Grignon le 7 septembre 1948, et la souche L 17, provenant d'écidies formées sur *Berberis* à partir de téleutospores recueillies sur *Lolium temulentum* à Grignon le 7 septembre 1948, et qui toutes deux appartiennent à la f. sp. ***avenae*** de ***Puccinia graminis***. Cette dernière souche a donné une infection du type III + sur Avoine *Grignonnaise*, alors que le Blé et le Seigle, ainsi que *Lolium perenne* et *temulentum*, demeuraient indemnes.

TABLEAU VII

Réaction des céréales et graminées à l'infection par les souches de ***Puccinia graminis avenae*** *en provenance des* Lagurus (*Lag 4*) *et* Vulpia (*V 3*).

	Lag 4	V 3
Avena sp. :		
Bond CI 7233	IV	IV
Iogold CI 2829	IV	IV
Iowar CI 847	IV —	IV
Jostrain CI 2660	IV	IV
Markton CI 2053	IV	IV
Minrus CI 2144	IV —	IV —
Rainbow CI 2345	III +	IV
Redrustproof CI 1815	IV	IV
Richland CI 787	IV	IV
Ruakura CI 2025	IV —	IV
Sevnothree CI 3261	IV	III +
Victoria CI 2101	IV	IV
Anthony x LN 344 34	III	III +
Blanche de Hongrie	IV —	IV —
Burt 1-8-3	III +	IV —
Erban	IV —	i
Fulghum 1-7-2-5-2	IV —	IV —
Fulghum 4-2-1-6-1	IV —	IV
Kanota 13-1-4-7	IV —	III +
Kerson 3-8-2-m-4	IV	III +
Richland 4-1-m-3-3	III	III +
Unilaterale de Read	III +	IV —
Victoria 2	III +	IV —
(Victory x B M 374) 462-3-4	III	III
Victory x Green Russian 680-m-1	IV —	IV
Dans 162	IV —	IV —
Grignonnaise	IV —	IV
Lolium perenne	i	i
Secale cereale	i	i
Triticum vulgare	i	i

Enfin, en 1950, aucune souche de ***Puccinia graminis avenae*** n'a été étudiée en provenance des Avoines ; par contre, deux souches provenant de graminées se sont montrées d'une extrême virulence à l'égard des Avoines :

Lag 4 : urédospores prélevées sur *Lagurus ovatus* à Grignon le 4 septembre 1950.
V 3 : urédospores prélevées sur *Vulpia alopecurus* à Grignon le 4 septembre 1950.

E) Rouille noire des Elymus

En 1948, une souche E 7 provenant d'urédospores prélevées sur *Elymus canadensis* à Grignon le 8 septembre 1948 n'a pu être rapportée à aucune forme spéciale définie. Elle attaque d'une manière aussi intense le Seigle *Petkus* que diverses variétés de *Triticum vulgare* (degré d'attaque : IV) et même *Triticum timopheevi* (degré d'attaque : III) ; par contre l'Orge *Primus* est moins touchée (degré d'attaque : II —), tandis que l'Avoine *Grignonnaise* est intacte.

En 1950, une souche E 8 provenant d'urédospores prélevées sur *Elymus arenarius* à Grignon le 9 octobre 1950 a montré une aptitude parasitaire marquée à l'égard du seul Seigle *Petkus*, tandis que le Blé, l'Avoine et le Ray-grass demeuraient indemnes.

F) Rouille noire des Lolium

En 1948, la souche L 18, provenant d'urédospores prélevées sur *Lolium temulentum* à Grignon le 7 août 1948, attaque seulement les *Lolium* (*L. italicum* : III + ; *L. perenne* : II + ; *L. temulentum* : II) ; par contre le Blé, l'Avoine, le Seigle ainsi que *Festuca arundinacea* et *Phleum pratense* se montrent réfractaires.

En 1949, la souche L 19 provenant d'écidies obtenues sur *Berberis* à partir de pailles rouillées de *Lolium perenne* récoltées à Grignon le 7 septembre 1948 attaque les *Lolium remotum, rigidum* et *temulentum* (degré d'attaque : III), tandis que le Blé, le Seigle et l'Avoine demeurent indemnes.

En 1949, la souche L 20 prélevée sur *Lolium perenne* à Dabo (Moselle) le 23 août 1949 (et qui provoquait sur place une attaque d'une extraordinaire intensité) a montré des aptitudes parasitaires non seulement vis-à-vis des Ray-grass et Ivraies (degré d'attaque : → III), mais également vis-à-vis du Seigle (degré d'attaque : III), alors que l'Avoine et le Blé demeuraient indemnes.

En 1950, la souche L 21 provenant d'urédospores prélevées sur *Lolium perenne* à Grignon le 4 septembre 1950 attaque seulement les *Lolium* (degré d'attaque : III +).

Ces 4 souches appartiennent à la f. sp. ***lolii*** de ***Puccinia graminis***. Rappelons que la souche L 17 étudiée en 1949 (voir p. 521) a été rapportée à la f. sp. ***avenae*** de ***Puccinia graminis***.

V. — RÉSUMÉ

Au cours des années 1948 à 1950, les observations et expérimentations sur la Rouille noire des Graminées ***(Puccinia graminis)*** ont été poursuivies, en nature et en serre, au Laboratoire de Botanique de l'École Nationale d'Agriculture de Grignon.

Les dégâts provoqués par la maladie sur les céréales en terre ont été insignifiants en 1948 et en 1949, années pour lesquelles seule la race 14 de ***P. gr. tritici*** a été observée. En 1950, année pour laquelle les races 14, 15 et 21 de ***P. gr. tritici*** ont été identifiées, les dommages dus à la maladie ont été assez sévères ; des variétés généralement considérées comme résistantes (*Apex, Heines Kolben, Hope, Khapli, Oro, Regent, Reliance, Vernal, Warren*) ont été violemment attaquées ; seules ont témoigné d'une résistance satisfaisante les variétés *GN, GP, Triticum timopheevi* et, à un moindre degré, *Thatcher*.

L'expérimentation en serre a porté sur :

— ***P. gr. tritici :*** 39 souches dont 21 en 1948 (race 14 identifiée 2 fois), 3 en 1949 (race 14 identifiée 1 fois) et 15 en 1950 (race 14 identifiée 7 fois, race 15 identifiée 2 fois, race 21 identifiée 2 fois) ; sur ces 39 souches, 36 proviennent du Blé, 2 de l'Orge et une d'*Hordeum murinum*.

— ***P. gr. secalis :*** 6 souches dont 2 en 1948, 3 en 1949 et une en 1950 ; sur ces 6 souches, 3 proviennent du Seigle, 2 d'*Agropyrum repens* et une d'*Elymus arenarius*.

— ***P. gr. avenae :*** 10 souches dont 3 en 1948, 5 en 1949 et 2 en 1950 ; sur ces 10 souches, 5 proviennent de l'Avoine, une d'*Avena fatua*, une de *Bromus tectorum*, une de *Lagurus ovatus*, une de *Lolium temulentum* et une de *Vulpia alopecurus*.

— ***P. gr. lolii :*** 4 souches dont une en 1948, 2 en 1949 et une en 1950 ; sur ces 4 souches, 3 proviennent de *Lolium perenne* et une de *Lolium temulentum*.

Une souche prélevée en 1948 sur *Elymus canadensis* n'a pu être rapportée à aucune forme spéciale définie.

Le comportement d'un grand nombre de variétés de Blé à l'égard des souches étudiées de ***P. gr.tritici*** est donné ; les souches appartenant à la race 15 de ***P. gr. tritici*** ont témoigné d'une grande virulence à l'égard de la plupart des variétés de Blé expérimentées (degré maximum d'attaque constaté : IV sur *GN*, IV sur *GP*, III + sur *Hope*, IV — sur *Warren*, O + sur *Thatcher*).

DOCUMENTATION

GÉNÉRALITÉS

1. — Cytologie

LEWIS (D.). — **Structure of the incompatibility gene. III. Types of spontaneous and induced mutations.** (Structure du gène d'incompatibilité. III. Types de mutations induites et spontanées). *Heredity*, V, 399-414, 1951.

Deux articles précédents ont décrit les aspects quantitatifs des mutations spontanées et induites par les rayons X du gène d'incompatibilité S chez *Prunus avium* et *Œnothera organensis* (LEWIS, 1948-1949). Le présent article décrit les types de mutations qui se sont produites spontanément et par induction, pour 4 allèles du gène S, chez *Œnothera organensis*.

Deux de ces allèles n'ont jamais muté, les deux autres ont donné deux types de mutations : permanentes et labiles. Ces mutations correspondent à une perte d'activité du gène homologue, dans le seul gamète mâle, le gène muté conservant dans le style ses propriétés primitives.

Aucune mutation constructive, c'est-à-dire donnant de nouveaux allèles d'incompatibilité efficaces, n'a été détectée pour un total de 223.10^6 divisions de gènes testées.

S. E.

ROLLINS (R. C.) et CATCHESIDE (D. G.). — **A note on some techniques of obtaining genetic segregation in apomictic strains of the Guayule rubber plant.** (Note sur quelques techniques d'obtention de ségrégation génétique dans des lignées apomictiques de *Parthenium argentatum*). *Genetics*, XXXVI, 435-440, 1951.

Les meilleures lignées de *Parthenium argentatum* sont facultativement apomictiques, d'où la possibilité d'envisager trois méthodes d'amélioration.

Une première méthode consiste à réaliser des croisements entre types sexuels et types apomictiques, le pollen de ceux-ci étant normal, cette méthode présente un certain nombre d'inconvénients concernant les processus de sélection et résultant notamment de la variété des types apomictiques dans la descendance.

D'autre part, les lignées apomictiques de Guayule produisent une certaine proportion d'ovules haploïdes qui, selon qu'ils sont ou non fécondés, donnent naissance à des plantes diploïdes ou haploïdes, respectivement. Les plantes diploïdes ainsi produites sont probablement utilisables mais sont relativement rares et difficiles à découvrir. Les plantes haploïdes, aisément reconnaissables, ont un pollen stérile mais leurs ovules sont fertiles et haploïdes. Ces ovules, fécondés par du pollen normal, donnent des plantes diploïdes, normales, sur lesquelles la sélection est efficace.

S. Es.

ROTHE (H.). — **Morphologisch-entwiklungsgeschichtliche und genetische Analyse einer sich variabel manifestierenden mutation von** *Antirrhinum majus L.* (Analyse morphologique et génétique d'une mutation à manifestation variable d'*Antirrhinum majus* L). *Z. Induk. Abstam. Vererbungsl*, LXXXV, 2, 74-132, 1951.

L'auteur décrit une mutation se manifestant par 4 types morphologiques en proportion à peu près constante. La sélection pour l'un de ces 4 types distingués d'après la disposition des cotylédons plus ou moins réunis en un seul, est inefficace. L'auteur a distingué et décrit longuement 50 formes de ces types principaux. La mutation s'accompagne d'une baisse du pouvoir germinatif. Le milieu génotypique n'a pas d'action sur la manifestation de la mutation. L'apparition de descendances aberrantes au point de vue proportion des types n'est explicable qu'en recourant à l'action du milieu. La mutation est récessive. Des mutations analogues ont été trouvées qui sont dues à des gènes différents. L'auteur termine en confrontant ses résultats avec l'hypothèse de von WETTSTEIN qui fait dériver les monocotylédones des dicotylédones.

M. RIV.

2. — Génétique

WILLIAMS (C. B.). — **Diversity as a measurable character of an animal or plant population.** (La variabilité, caractère mesurable d'une population animale ou végétale). *Année Biol.*, XXVII, 2, 129-141, 1951.

L'auteur indique le moyen de déterminer quantitativement la variabilité d'une population à l'aide d'un « coefficient de variabilité » qui est d'autant plus élevé que la variabilité est plus grande. Dans la plupart des cas, les distributions de fréquence des espèces, compte tenu du nombre d'individus par lequel elles sont représentées, et des genres, compte tenu du nombre d'espèces qu'ils contiennent, suivent une loi bien définie (série logarithmique). On peut alors estimer le coefficient sans connaître l'effectif de la population. Mais l'auteur ne donne aucune méthode de calcul de l'erreur de ce coefficient.

On peut envisager deux applications principales : test d'identité de deux associations écologiques, étude de la variation du coefficient en fonction d'un facteur donné.

C. H.

3. — Physiologie

LINSKENS (H. F.). — **Untersuchungen über die Anderung des physiologischen Verhaltens von Weizen- und Gerstensamen nach Heisswasser-Bädern.** (Recherches sur la modification du comportement physiologique des semences de blé et d'orge après des bains dans l'eau chaude). *Züchter*, XX, 5-6, 168-187, 1950.

Les bains dans l'eau chaude utilisés pour le traitement des semences de blé et d'orge contre le charbon provoquent des modifications dans la physiologie des grains. Les auteurs utilisent des bains de 2 heures à 45° et différents procédés de dessiccation. Lorsqu'on dessèche en grosse quantité, l'imbibition se poursuit encore pendant un certain temps. Dans tous les cas l'embryon se déshydrate moins vite que l'endosperme. La chute du pouvoir germinatif dépend de la température de dessiccation et surtout de la manière dont on conduit l'opération. Le maximum d'activité physiologique (respiration, activité diastasique) se situe au cours de la dessiccation. Les substances entraînées par lessivage au cours du bain n'ont aucun caractère de substances de croissance, cependant chez les semences traitées, l'économie de l'auxine est modifiée.

J. K.

STOKES (P.) et VERKERK (K.). — **Flower formation in Brussels sprouts.** (Formation des fleurs chez les choux de Bruxelles). *Meded. Landbouwhogsch. Wageningen*, 50, 141-160, 1951.

Les choux de Bruxelles cultivés à une température supérieure à 10°C ne fleurissent jamais, quel que soit l'éclairement qu'ils subissent. Pour déterminer la montée, une période de froid de 50 à 60 jours est nécessaire, au cours de laquelle les ébauches florales se constituent. Cette période n'est efficace que si elle survient quand les plantes ont atteint un certain stade de développement. Ces observations, en liaison avec des études morphologiques aux divers stades, permettent aux auteurs de distinguer un stade juvénile pendant lequel en aucun cas la montée ne peut être induite, et un stade adulte, pendant lequel une période de froid induit le passage de la phase végétative à la phase « générative » ; ces différents stades sont caractérisés morphologiquement et physiologiquement. L'article se termine par une discussion générale de la montée à fleurs chez les végétaux.

M. R.

VIOLET M. KOSKI. — **Chlorophyll formation in seedlings of Zea Mays.** (La formation de chlorophylle dans les plantules de maïs). *Arch. Biochem.*, XXIX, 2, 339-343, 1950.

On a montré qu'il existe de la protochlorophylle dans les plantules poussées à l'obscurité. Les travaux relatés dans cet article tendent à montrer que la protochlorophylle est bien un précurseur de la chlorophylle. Des mesures spectrophotométriques faites à 18°C montrent qu'effectivement pendant la première minute d'exposition à la lumière, la quantité de chlorophylle formée dans des plantules poussées à l'obscurité est égale à la quantité de protochlorophylle disparue.

Il faut opérer pendant un temps très court car ensuite deux phénomènes faussent les résultats :

— destruction de la chlorophylle par la lumière ;
— formation de chlorophylle à partir de protochlorophylle formée après la mise à la lumière des plantules.

M. CL.

4. — Écologie

KELLER (W.) et PETERSON (M. L.). — **Irrigated pastures.** (Pâtures irriguées). *Adv. in Agron.*, II, 351-384, 1950.

L'étude portant sur les régions de l'Ouest des Etats-Unis passe en revue les conditions de milieu, les méthodes d'irrigations qu'on peut envisager et l'économie des pâtures établies dans ces conditions. Les résultats sont valables essentiellement pour la région considérée.

Les auteurs donnent une liste de graminées et de légumineuses classées par ordre décroissant de tolérances du sel : *Lolium perenne, Lotus corniculatus, Trifolium fragiferum, Medicago sativa* et *Festuca elatior, F. arundinacea*, présentant une tolérance moyenne.

C. H.

TIVER (N. S.) et CROCHER (R. L.). — **The grasslands of South-East Australia in relation to climate, soils and developmental History.** (Les pâtures du Sud-Est de l'Australie méridionale dans leurs rapports avec le climat, le sol et leur évolution). *J. Brit. Grassl. Soc.*, VI, 1, 29-80, 1951.

Les auteurs présentent les résultats écologiques de l'examen des pâtures dans la région indiquée par le titre. Les types de pâture sont définis par leur composition botanique en tenant compte des conditions édaphiques, climatiques et culturales. Ils passent en revue les séries d'évolution vers des pâturages de plus en plus productifs. Le principal facteur d'amélioration a été l'emploi d'engrais phosphatés et dans bien des cas d'oligo-éléments conjointement à l'introduction de graminées et de légumineuses. Le rôle de base dans cette augmentation progressive de la fertilité a été joué par le *Trifolium subterraneum*. *Trifolium fragiferum*, légumineuse vivace, joue le même rôle dans les sols trop alcalins ou trop soumis aux inondations. Une brève discussion des variations saisonnières de composition et densité portant sur une période de 5 ans démontre bien l'influence stabilisatrice des plantes pérennes.

C. H.

5. — Systématique

GREGOR (J. W.) et LANG (J. M. S.). — **Intra-clonal variation in Plant size and habit in Sea Plantains.** (Variations de la taille et du port des plantes à l'intérieur de populations de Plantain maritime). *New Phytol.*, XLIX, 1, 135-141, 1950.

Parmi l'ensemble des caractères d'une plante manifestant une variation, on a montré que, 4 % seulement étaient pratiquement utilisables par la Systématique pour les plantes anémophiles alors que la proportion est de 40 % pour les entomophiles. Ceci explique le faible nombre de subdivisions botaniques dans une espèce aussi largement répandue que *Plantago maritima*. L'étude de la variabilité de 50 populations d'origines géographique et écologique différentes a porté sur la taille et le port des plantes, caractères peu utilisables par le systématicien. Les populations européennes sont significativement plus variables que les américaines. Dans les populations anglaises, isolées, la variabilité est pratiquement la même que celles qui sont plus ou moins en contact. Elle diminue légèrement lorsqu'augmente la compétition entre espèces mais même à la limite de survie le degré d'adaptation reste faible. D'ailleurs, même dans un milieu défavorable,des individus particuliers peuvent trouver des conditions très localisées leur permettant de se reproduire, ce qui réduit l'élimination de gènes qu'on pourrait considérer comme défavorables.

C. H.

7. — Sélection

ÅKERMAN (A.). — **The Swedish seed association, organization, methods and results in plant breeding.** (L'association suédoise de Production de Semences, organisation, méthodes et résultats en ce qui concerne la sélection des plantes). *Nat. Inst. Agric. Bot., Thirtieth Ann. Gener. Meet.*, 15 p., 1951.

Il s'agit d'une conférence faite par le professeur Å. ÅKERMAN sur l'amélioration des plantes en Suède à l'occasion du trentième congrès annuel de l'Institut de Botanique Agricole de Cambridge. C'est une mise au point sur le travail effectué à Svalöf. L'auteur expose les principales méthodes utilisées : sélection dans les populations de pays, croisements simples, croisements convergents, réalisation de polyploïdes, production artificielle de mutations par les rayons X. Il donne ensuite un aperçu des progrès réalisés sur diverses plantes : blé, seigle

(réalisation de seigles tétraploïdes), avoine, orge, pommes de terre, plantes fourragères, lin, chanvre, oléagineux (réalisation d'allopolyploïdes dans le genre *Brassica*).

Il termine en exposant la façon dont se fait la commercialisation des variétés obtenues à Svalöf. L'organisme de recherche passe des contrats avec une compagnie à qui il fournit les élites. La compagnie assure la multiplication et la vente des semences. En échange du droit à l'exclusivité de la vente des obtentions des centres de recherche la compagnie verse une subvention annuelle.

M. Cl.

8. — Techniques culturales

Ahlgren (H. L.), Sund (J. M.), Zehner (C. E.), Allen (N. N.) et Graul (E. J.). — **Comparisons of the productivity of permanent and rotation pastures on plowable cropland.** (Comparaisons des prairies permanentes aux pâtures resemées dans les prairies labourables). *Agron. J.*, XLIII, 10, 500-503, 1951.

Cette étude fut entreprise afin d'évaluer la baisse de rendement occasionnée par le vieillissement d'une pâture permanente et de comparer les récoltes que peuvent fournir sur la même terre des prairies totalement ou partiellement resemées.

Quatre traitements ont été étudiés dans ce but de 1944 à 1949.

1) Parcelle de prairie traditionnelle à pâturin ayant déjà été exploitée 9 ans ;

2) Parcelle labourée et cultivée deux ans puis resemée avec des semences provenant de la pâture ;

3) Même traitement que pour 2, mais parcelle resemée avec un mélange de brome et luzerne ;

4) Même traitement que pour 1, mais parcelle rénovée régulièrement par un semis de luzerne et trèfle violet. Les résultats ont tenu compte de la valeur fourragère des récoltes de maïs et d'avoine effectuées sur 2 et 3. Le rendement total a été largement doublé avec les parcelles resemées par rapport au témoin 1. Le traitement 4 s'est toujours montré, lui aussi, bien supérieur au témoin. Le nombre total de jours de pâture a subi la même progression que le rendement en matière verte par rapport à la vieille prairie.

L. Fx.

Carder (A. C.) et Hanson (A. A.). — **Sweet clover and the grey-wooded soils of the Peace River region.** (Le mélilot et les sols gris forestiers de la région de Peace-River). *Sci. Agric.*, XXXI, 8, 325-344.

La culture du mélilot se révèle un excellent précédent à la culture du blé. Son effet améliorant est sensible et le système radiculaire abondant de la plante joue un rôle important, supérieur à celui des parties vertes dont l'enfouissement retarde la maturité du blé.

J. Pic.

Gregor (J. W.) et Connell (D. W.). — **Grass as a protein concentrate for complementary grazing.** (L'herbe en temps que concentré de protéines pour pâture complémentaire). *Scot. Agric.*, XXVII, 4, 4 p., 1948.

Les auteurs envisagent la production de graminées de haute qualité à teneur en azote supérieure à la moyenne par l'emploi de quantités massives d'engrais azotés ce qui permettrait de les utiliser en complément d'une alimentation à base de fourrage plus grossier. Dans ce but, ils étudient le comportement de diverses souches de *Lolium perenne*. Lorsqu'on double la quantité de nitrate de chaux à l'hectare, la teneur du ray-grass en azote augmente de 3 %. Bien que les quantités de phosphore et de chaux exportées augmentent, la fertilité du sol n'est pas changée par une telle pratique. Ce sont surtout les types tardifs qui donnent une réponse marquée. Ces résultats laissent à penser que, biologiquement, on peut obtenir des prairies de complément riches en protéines, mais le point essentiel reste à déterminer à savoir la rentabilité de la méthode.

C. H.

Klapp (E.).— **Leistung, Bewurzelung und Nachwuchs einer Grasnarbe unter verschieden haufiger Mahd und Beweidung.** (Rendement, enracinement et repousse d'un gazon soumis à des fauches ou à des pâtures de fréquence variable). *Z. Acker. Pflanzenbau*, XCIII, 3, 269-286, 1951.

Un mélange comportant 12,5 % de chacune des 8 espèces suivantes, fut semé en sol nu en 1938 et exploité à partir de 1939 : *Fromental, Dactyle, Fétuque des prés, Fétuque rouge, Pâturin des prés, Pâturin des marais, Trèfle blanc, Lotier corniculé*. Les régimes d'utilisation

imposés ont été les suivants : Pâture : 19 à 20 fois par an, 11 fois, 8 fois. Pâture-Fauche intercalés : 6 exploitations. Fauche : 19 à 20 fois (régime d'un gazon ornemental), 5 fois, 4 fois, 3 fois.

Les observations suivantes ont pu être faites, après 4 années d'exploitation :

1° La repousse journalière suit, au cours d'une année, la courbe bien connue, caractérisant la croissance en régime de pâture : très rapide au printemps, décroissant lentement jusqu'à la fin de l'été, pour reprendre brusquement à l'automne.

2° La diminution des rendements totaux, au cours des années est beaucoup plus rapide en régime d'utilisation peu fréquente, qu'en exploitation intensive.

3° La quantité de matières sèches produite est la plus faible en régime d'utilisation très fréquente, s'accroissant graduellement jusqu'à 12,8 tonnes par hectare au régime 3 fauches par an.

4° La teneur en matières sèches et protéines des fourrages récoltés suivant les différents modes d'exploitation suit les variations normalement attendues : en régime de fauche très fréquente, la teneur moyenne en protéines des 76 récoltes atteint 27,95 % de la Matière sèche.

5° Le meilleur mode d'utilisation de ce mélange, compte tenu de la quantité produite et de la valeur du fourrage, est la pâture toutes les 3 semaines.

6° Les espèces constituant le mélange se comportent très différemment vis-à-vis des différents modes d'utilisation.

7° En moyenne, 90 % de la masse des racines se situent dans les 5 premiers centimètres sous le niveau du sol. La profondeur atteinte par les racines diminue très sensiblement au fur et à mesure que la fréquence d'utilisation augmente. La masse de racines situées dans les 50 premiers centimètres au-dessous du niveau du sol, pour des plantes coupées trois fois par an étant prise égale à 100, la valeur correspondante relevée pour des plantes fréquemment coupées se situe vers 10-11.

8° Les différences de rendement observées entre la quatrième et la première année, pour un même traitement, sont relativement peu importantes. L'échelonnement des rendements en quatrième et en première année pour les divers traitements, ne s'est pas sensiblement amplifié ; l'auteur explique cette constatation par les deux faits suivants :

a) plus le régime d'exploitation est intensif, plus la densité du peuplement s'accroît ;

b) les précipitations et les fumures apportées ont été très abondantes.

J. Re.

Pearson Hughes (G.). — **The seasonal output of pasture sown with ultra-simple seeds mixtures.** (Le rendement saisonnier de pâtures semées avec des mélanges simples). *J. Agric. Sci.*, XLI, 3, 203-213, 1951.

L'emploi de mélanges simples (une graminée, une légumineuse) pouvant se généraliser, il convenait de rechercher le comportement exact et les possibilités d'utilisation de telles associations soumises à une pâture intensive.

L'auteur a donc étudié pendant trois années (1947-1948-1949) la production de sept mélanges ultra-simples à la Station de Statford sur Avon.

Les deux trèfles blancs : S. 100 et S. 184 étaient présents chaque fois associés tour à tour à : Ray-grass anglais S. 23 ou S. 24, Dactyle S. 37, Fléole S. 48, Fétuque des prés S. 53, Brome inerme des U. S. A. et luzerne Grimm.

Les résultats ont permis de préciser le rythme de production de ces différentes lignées ou variétés, pour le rendement global et la qualité nutritive du fourrage fourni aux animaux.

L. Fx.

Pearson Hughes (G.) et Davis (A. G.). — **The development of swards sown with simple mixtures at different rates of seeding under varying systems of management and manuring.** (Le développement de prairies semées avec des mélanges simples à différentes densités et soumises à divers régimes d'exploitation et deux traitements). *J. Brit. Grassl. Soc.*, VI, 3, 167-178, 1951.

Quatre années d'exploitation ont permis de tirer quelques conclusions sur le comportement et la rentabilité de quatre mélanges simples tels que : Ray-grass anglais S. 23 à densité : 4,5 ou 1,5, Dactyle S. 37 à densité : 4,5 ou 1, 5, auxquels s'ajoutait toujours du trèfle blanc S. 100 à densité : 1. Les essais furent faits suivant trois régimes d'exploitation : pâturage par des moutons : bimensuel ou mensuel ou bien : régime de fauche (une coupe et un regain). La moitié de ces essais reçut annuellement trois apports de sulfate d'ammonium. Après le semis, le pourcentage de plantules viables de ray-grass fut plus élevé pour les faibles densités (60 % au lieu de 40 %), alors qu'aucune différence ne distinguait les deux semis de Dactyle (32 ou 29 %). Le maximum de rendement en matière sèche a été fourni par l'exploitation en fauche. L'exploitation par pacages produit des fourrages à plus forte teneur en protéines. Pour l'en-

semble : les deux méthodes de pâturage ne diffèrent pas sensiblement. Le trèfle blanc s'est montré très déprécié en rendement et pourcentage de recouvrement dans les parcelles ayant reçu de l'azote ; son établissement progresse lorsqu'il est exploité en coupes fréquentes.

L. Fx.

PEARSON HUGHES (G.) et EVANS (T. A.). — **Response of an established sheep ley to dressings of sulfate of ammonia. II. Effects on chemical composition of the herbage.** (Réactions d'une culture fourragère pour moutons aux fumures au sulfate d'ammoniaque. II. Effets sur la composition chimique du fourrage.) *Emp. J. Expt. Agric.*, XIX, 74, 65-72, 1950.

L'apport de sulfate d'ammoniaque à dose quelconque accroît la teneur en protéines du fourrage, en première coupe. En seconde et troisième coupes, la teneur en protéines est surtout fonction de l'abondance de Trèfle blanc dans le fourrage.

Les applications d'engrais moins d'un mois avant l'exploitation semblent les plus rentables, si l'on considère l'accroissement de teneur en protéines brutes.

L'application d'azote au printemps ne paraît pas plus efficace que si elle est effectué à l'automne.

J. RE.

SLOATS (M.) et STRYCKERS (J.). — **Verbetering van de Flora van blijvend grasland. II Onderzoek near de gunstigste Perioden voor het Aanwenden van synthetische Groeistoffen als selctieve Herbiciden.** (Amélioration de la Flore de nos prairies. II Recherches de la période optimale d'utilisation des substances de croissances synthétiques comme herbicides sélectifs). *Meded. Landbouwhogsch. Gent.*, XVI, 1, 95-111, 1951.

Les essais de traitement des herbages, effectués en 1949, sur des parcelles de 2 × 5 m ont permis la comparaison de l'efficacité des trois substances suivantes :

esther éthylique du 2-4-D à 0,960 kg/ha
sel de sodium du 2-4-D à 2,087 kg/ha
sel sodique M. C. P. A. à 2,000 kg/ha

Les *Taraxacum* sont détruits le plus radicalement par le second produit, surtout en avril-mai et août-septembre-octobre.

Les *Ranunculus* sont plus sensibles au sel sodique M. C. P. A., pendant la période de mai à octobre.

Le Trèfle blanc souffre le plus de M. C. P. A., et le moins de l'esther éthylique. Il est le moins touché lors des traitements d'hiver, époque où la destruction des mauvaises herbes est la moins radicale. Malgré les dégâts qu'il supporte, le trèfle blanc reprend très vite son importance initiale quel que soit le traitement qu'on lui impose.

J. RE.

9. — Technologie

GREER (E. N.). — **The milling and baking properties of home grown winter wheat.** (Valeur meunière et boulangère de divers blés d'hiver cultivés dans le pays). *J. Nat. Inst. Agric. Bot.*, V, 4, 459-464, 1950.

La comparaison porte sur douze variétés anglaises et deux françaises (*Hybride de Bersée* et *Vilmorin* 27). Des échantillons provenant de stations diverses ont été soumis à des essais de panification dans des conditions uniformes : grain à 15,5 % d'humidité, farine extraite à 65 % et sassée à 0,08 mm.

L'analyse de la mouture a fait apparaître deux types :

— ceux où l'albumen se fragmente le long des parois cellulaires donnant des grains de farine composés de une ou plusieurs cellules intactes (variétés *Rivet*, *Holdfast*, etc...)

— ceux où les ruptures se font au hasard donnant une farine plus pulvérulente (*Hybride de Bersée*, *Vilmorin* 27, *Little Joss*...).

La note donnée aux pains fabriqués est comptée sur 50 : 10 pour le volume, 10 pour l'apparence, 30 pour la texture de la mie.

Les résultats varient d'une année sur l'autre : en 1948, les pluies d'août avaient entraîné des germinations prématurées qui ont donné, dans plusieurs stations, un pain à mie collante ; le résultat renseigne plus sur l'adaptation des variétés aux mauvaises conditions de récolte que sur leur qualité boulangère intrinsèque. L'année 1949 a été très favorable à la qualité : les notes attribuées varient dans le même sens qu'en 1947 tout en étant un peu supérieures : pourtant la moyenne n'est que 21 sur 50 alors qu'il faut dépasser 25 pour qu'une variété puisse entrer à raison de plus de 30 % dans un mélange de meunerie. Dans le classement, *Vilmorin* 27 vient au deuxième rang avec la note 34.

Un objectif important de la sélection est donc l'amélioration de la valeur boulangère des blés anglais, portant principalement sur la texture de l'albumen.

R. Ec.

RAYMOND (W. F.). — **The problem of measuring the nutritive value of herbage.** (Le problème de l'estimation de la valeur nutritive d'un herbage). *J. Brit. Grassl. Soc.*, VI, 3, 139-145, 1951.

Après avoir insisté sur l'intérêt que présenterait l'étude coordonnée de la relation pouvant exister entre : composition chimique et digestibilité d'un aliment, l'auteur analyse les différentes causes d'erreurs propres à ces deux estimations. Il en résulte que : dans l'état actuel des données, chaque spécialiste ne peut employer un coefficient de corrélation que s'il a pu appliquer la méthode ayant servi à le fixer ou que s'il l'a calculé lui-même d'après ces techniques.

L. Fx.

CULTURES SPÉCIALES

1. — Céréales

ANONYME. — **Canadian wheat 1951. Protein survey of wheat 1951.** (Les blés canadiens de l'année 1951. Rapport sur les teneurs en protéine des blés en 1951). *Grain Res. Lab. Winnipeg, Crop bull.* 41-42, 31 et 14 p., 1951.

Un automne humide et froid a causé au blé des pertes quantitatives et qualitatives assez importantes alors que la récolte s'était annoncée particulièrement belle. Dans l'ensemble, les rendements en farine sont bons, les poids de 1 000 grains sont inférieurs à ceux de l'année précédente. La force boulangère et la teneur en protéines ont été en moyenne moins élevées que les années précédentes. Les analyses concernant la qualité boulangère comportant principalement la teneur en cendre, l'indice de la couleur, la pigmentation, le pouvoir d'absorption d'eau, la pression au cours de la fermentation de la pâte. Les tableaux des caractéristiques de la pâte et du volume de la miche sont complétés par des explications sur les tests. La production de blés durs au Canada, en 1951, atteint environ 17 millions de bushels. Dans toutes les catégories, la teneur en pigment est supérieure en 1951 à celle de 1950. En ce qui concerne les blés roux cornés échantillonnés dans les provinces de la Prairie, la teneur moyenne en protéines s'élève à 13,8 %. Les variations suivant les lieux d'origine sont comparées de 1947 à 1951 ; ces mêmes données, pour l'année 1951, figurent sur une carte illustrant leur répartition dans le Manitoba, le Saskatchewan et l'Alberta.

B. S.

HANSON (E. W.), AUSEMUS (E. R.) et STAKMAN (E. C.). — **Varietal resistance of spring wheats to fusarial head blight.** (Résistance variétale de blés de printemps aux fusarioses). *Phytopath.*, XL, 10, 902-914, 1950.

Cette étude résume quinze années de recherches à la ferme expérimentale de St Paul où les auteurs ont testé de très nombreuses lignées et variétés de blé par infections artificielles, à l'épiaison, avec un mélange de races de *Giberella zeae* et de quelques autres espèces de *Fusarium*, utilisant ou non des écrans suivant les conditions atmosphériques annuelles. Le taux d'humidité doit être élevé à l'épiaison puis de la floraison au stade pâteux du grain. L'époque d'épiaison est en rapport avec le taux d'infection des épis en fonction des conditions de température et d'humidité. Les tests doivent porter au minimum sur trois années. Aucune variété ne s'est avérée immune ; parmi les plus résistantes furent : *Progress, Haynes Bluestem, Cadet, Rival* ; dans le groupe des très sensibles on remarque : *Reward, Renown, Regent, Newthatch, Thatcher* et la plupart des *durum*. Des études préliminaires sur l'hérédité de la résistance aux fusarioses ont été entreprises dans un but d'application pratique.

B. S.

JOHNSON (T.), PETURSON (B.), BROWN (A. M.) et GREEN (G. J.). — **Physiologic races of cereals rusts in Canada in 1951.** (Races physiologiques de rouilles sur céréales au Canada, en 1951). *Dominion Lab. Plant Path. Winnipeg*, report 2, janv. 1952.

Les identifications ont porté sur la rouille noire (*Puccinia graminis var. tritici*) et la rouille brune (*P. triticina*) du blé, la rouille noire (*P. graminis var. avenae*) et la rouille couronnée (*P. coronata var. avenae*) de l'avoine, la rouille naine (*P. simplex*) de l'orge. En ce qui

concerne la rouille noire du blé, sur 178 prélèvements, 40 % ont intéressé la race 56 et 48 % la race 15 B. Celle-ci a surtout prévalu dans les provinces du Manitoba et du Saskatchevan où les variétés *Thatcher*, *Regent* et *Redman*, résistantes à de nombreuses races physiologiques mais sensibles à la race 15 B sont largement cultivées : ces variétés ont été fortement atteintes.

Des tableaux indiquent, pour les diverses espèces de Puccinia étudiées, la répartition par provinces des races physiologiques observées.

A. V.

RUPERT (J. A.). — **Rust resistance in the Mexican wheat improvement program.** (La résistance aux rouilles dans le programme d'amélioration du blé au Mexique). *Secret. Agric. y Ganaderia, Mexico*, Foll. Tecnico 7, 44 p., 1951.

L'auteur décrit le programme d'amélioration du blé entrepris au Mexique en 1944 en vue de rechercher ou d'obtenir des variétés résistantes aux rouilles (rouille noire plus particulièrement), ainsi que les premiers résultats obtenus.

Le programme comporte l'étude de collections importantes de variétés locales ou étrangères et la recherche de matériel résistant dans des descendances hybrides.

Les géniteurs de résistance utilisés sont :

— pour la rouille noire : les variétés *Newthatch*, *Kenya 324* et *Supremo*.

— pour la rouille brune : les variétés *Timstein*, *Supremo*, *Perce* et *Frontana*.

Le rapport comporte par ailleurs de nombreuses références bibliographiques.

A. V.

STRAND (E.). — **Sortforsok med hosthvete pa Sor-Ostlandet i 12-ars perioden 1937-38 til 1948-49.** (Essais sur variétés de blé d'hiver dans le Sud-Est de la Norvège pendant les 12 années de la période 1937-38 à 1948-49). *Scient. Rep. Agric. Col. Norway*, XXXI, 1, 1-19, 1951.

De nombreux essais de rendement ont été poursuivis sur blé d'hiver par le « Farm Crop Institute » au Sud-d'Oslo, dans une zone d'argile sédimenté assez lourd recouvert de neige et gelé durant tout l'hiver. Les carrés latins modifiés ou lignes avec répétitions comportaient les mêmes témoins, variétés d'origine locale dont *Th. 0102* ; les meilleures de celles-ci furent dépassées quant au rendement, à la rigidité de la paille, à la résistance au froid par des lignées du « Farm Crop Institute » ; les variétés de Svalof et de Weibull, à rendement élevés, se sont avérées un peu sensibles au froid tandis que la plus résistante, à paille raide, était une variété norvégienne : *Sigyn* (obtenue par l'Agric.Exp.Farm Møystad.) Sur l'ensemble des 12 années, les variétés améliorées ont toujours donné des rendements en grains supérieurs à ceux des variétés locales. Toutes les variétés ont accru leurs rendements proportionnellement à des doses d'azote (max. 45 kg à l'ha) appliquées au printemps. Il ressort de ces travaux la nécessité d'obtenir, pour la zone des blés d'hiver en Norvège, une variété associant rigidité de la paille à haute capacité de rendement et de résistance au froid.

B. S.

JENSEN (N. F.). — **Powdery mildew of barley. Studies of yield losses and the inheritance of disease resistance.** (L'oïdium de l'orge. Etudes des diminutions de rendement et de l'hérédité de la résistance à la maladie). *Mem. Cornell Agric. Expt. Sta.*, 305, 37 p., 1951.

L'auteur rend compte d'essais effectués en 1941 et 1942 en vue d'estimer la diminution de rendement due à l'oïdium de l'orge. Les essais furent disposés en « split-plot », chaque parcelle (variété) étant divisée en deux sous-parcelles : une servant de témoin, l'autre sur laquelle l'oïdium était contrôlé par des poudrages au soufre.

En 1941, la diminution de rendement fut significative pour les trois variétés les plus sensibles. Les pertes furent respectivement de 19 %, 15 %, 10 %.

En 1942, année particulièrement favorable à l'oïdium, les pertes furent de 42 %, 38 %, 33 %, 29 % pour les quatre variétés sensibles.

L'auteur analyse de plus près le mode d'action de l'oïdium (diminution du nombre d'épis par ligne, diminution du poids des grains, de la production de paille). Il donne ensuite une étude de races physiologiques d'oïdium. Cinq hôtes différentiels sont utilisés pour reconnaître les sept races physiologiques connues en 1940. (Un tableau donne les réactions des cinq hôtes à ces races.)

La race qui domine dans l'Etat de New-York est la race 4. Dans les croisements faits par l'auteur, résistance et sensibilité à cette race se comportent comme étant gouvernées par un seul couple de gènes. La sensibilité est incomplètement dominante.

M. CL.

MACHACEK (J. E.), CHEREWIK (W. J.), MEAD (H. W.), et BREADFOOT (W. C.). **A study of some seed-borne diseases of cereals in Canada. II. Kinds of fungi and prevalence of disease**

in cereal seed. (Etude de quelques maladies des graines de céréales au Canada. II. Espèces cryptogamiques : leur fréquence sur graines de céréales). *Sci. Agric.*, XXXI, 4, 193-206, 1951.

Pour une période de sept années, l'état sanitaire de 8.428 échantillons de semences de blé, d'orge et d'avoine de provenances diverses a été testé suivant les techniques définies dans la première partie de cette étude.

Au total, 43 genres différents (102 espèces) furent identifiés parmi les agents cryptogamiques isolés, le plus fréquent étant le genre saprophyte *Alternaria* ; le genre pathogène le plus commun était *Helminthosporium*.

La large prépondérance des genres saprophytes qui fut observée a conduit les auteurs à suggérer que l'infection de la graine par un agent cryptogamique peut se produire indépendamment du parasitisme.

Par ailleurs, la proportion d'échantillons présentant un état sanitaire défectueux a été beaucoup plus importante sur les lots de semences commerciales que sur les lots de semences sélectionnées.

A. V.

WELSH (J. N.) et JOHNSON (T.). — **The source of resistance and the inheritance of reaction to 12 physiologic races of stem rust.** (*Puccinia graminis avenae*). (La source de la résistance et de l'hérédité de la réaction à 12 races physiologiques de rouille noire). *Canad. J. Bot.*, XXIX, 189-205, 1951.

Jusqu'en 1943 les races de rouille noire sévissant sur l'avoine étaient surtout au Canada les races 1,2, 5. L'apparition des races 8, 10, 11 a mis l'accent sur la nécessité d'obtenir des avoines résistantes à toutes les races.

La résistance aux 12 races connues a été obtenue à partir de 3 croisements : *Hajira* × *Joxivain*, *Hajira* × *Richland*, *Hajira* × *Banner*. Cela amena à penser que cette résistance venait du parent *Hajira*. Effectivement des travaux montrèrent que 10 % environ des plantes de cette variété étaient résistantes aux 12 races de rouille noire connues.

L'article rapporte les résultats détaillés de croisements entrepris en vue de préciser l'hérédité de la résistance. Les F_3 étaient jugées au champ. Les lignées F_3 étaient testées d'une part en serre au stade plantule par des infections avec les différentes races, d'autre part en plein champ.

Les résultats furent :

1° Des résultats théoriques : suivant les croisements, la résistance se transmet comme un caractère monofactoriel, ou comme un caractère faisant intervenir deux gènes majeurs ;

2° Des résultats pratiques : dans ce type de croisements la résistance en serre au stade plantule à l'égard de la race 8 donne une bonne idée de la résistance au champ à l'égard des 12 races connues de rouille.

M. CL.

2. — Plantes sarclées

ELLISON (J. H.), JACOB (W.) et CUNNINGHAM (H. S.). — **Effect of soil reaction on the performance of certain scab résistant and susceptible potato varieties.** (Action du sol sur la gale commune des tubercules chez certaines variétés de pomme de terre de résistance différente). *Amer. J. Pot.*, XXXVIII, 9, 721-727, 1951.

Les variétés de pomme de terre : *Irish cobbler*, *Kathadin*, *Mohawk*, *Ontario*, et *Yampa* ont été dans cette expérience, cultivées pendant quatre ans dans des parcelles de pH différents, allant de 4,3 à 7,6. L'essai prouve que les meilleurs rendements en tubercules sains sont obtenus entre les pH 4,3 et 5,2 et que le nombre de tubercules malades augmente ensuite progressivement avec le pH. *Ontaria* et *Yampa* se sont montrées très résistantes à la gale commune.

R. LAIS.

HOYMAN (W. G.). — **A method of indexing potatoes for virus X by use of petiole or tuber juice.** (Méthode d'indexage du virus X sur tubercules de pomme de terre en utilisant le jus extrait du pétiole ou du tubercule). *Amer. Pot. J.*, XXXVIII, 9, 713-721, 1951.

La méthode consiste à infecter de jeunes plants de « *Gomphrena globosa* » par du jus de pétiole ou de tubercule de pomme de terre à tester. L'inoculation se fait par frottis, à l'aide de poudre de carborandum très fine, sur les feuilles de jeunes plantes témoins. La méthode semble donner de bons résultats si l'on prend soin de pratiquer une deuxième infection sur les plantes qui donnent après la première infection un résultat négatif, de changer de plante témoin de la même variété et de refaire une infection témoin sur cette plante, d'infecter une

série d'autres plantes témoin telles que « *Capsicum fruitescens* », « *Datura stramonium* » ou « *Nicotiana tabacum* » avec les jus de plantes ayant donné un résultat négatif lors des premiers tests sur « *Gomphrena globosa* ».

R. LAI.

RICHARDSON (L. T.) et RACICOT (H. N.). — **The comparative efficiency of tuber indexing and tuber unit planting in the elimination of virus diseases from seed potatoes.** (Efficience comparée de l'indexage et de la plantation de tubercules sectionnés en isolement, pour la sélection sanitaire des plants de pommes de terre). *Amer. Pot. J*, XXXVIII, 11, 765-775, 1951.

La comparaison entre deux méthodes, permettant de maintenir un bon état sanitaire des cultures de pommes de terre de sélection, s'est poursuivie pendant 5 années.

La première consiste à sectionner les tubercules, à grouper les fragments portant chacun un œil, et à planter ces groupes sous isolement en faisant plusieurs notations parallèles sur un matériel équivalent.

La deuxième méthode consiste à prélever un œil du tubercule à tester et à le faire pousser en serre avant la plantation du tubercule. On peut ainsi rejeter les tubercules dont les plançons présentent des symptômes de maladies à virus.

Bien qu'il soit reconnu qu'un tubercule puisse présenter à la fois des germes sains et des germes malades, la deuxième méthode s'est montrée beaucoup plus efficace étant donné la faible contamination en champ l'année qui suit l'indexage. Après trois ans d'expériences, le pourcentage de malades avec la méthode de sectionnement était de 12,4 % et avec la méthode d'indexage de 4,4 % seulement.

R. LAI.

SCHLOESSER (L. A.). — **Période d'infection et réduction de récolte sur des betteraves atteintes de jaunisse.** *Bull. I. T. B.*, 14, 1951.

Dans un essai effectué en 1949 sur deux variétés de betteraves sucrières les pertes de rendement occasionnées par la jaunisse ont été estimées à 18-23% en ce qui concerne le poids des racines, 15-16 % pour le poids des collets, 0,67 % pour la teneur en sucre, 21-26 % pour la quantité de sucre à l'hectare. La teneur en cendres solubles et en azote nuisible augmente chez les betteraves malades.

La comparaison entre une infection naturelle de fin juin et une infection artificielle effectuée quatre semaines plus tôt montre que les pertes de rendement en poids et en sucre à l'hectare peuvent doubler lorsque l'infection est précoce. Le pourcentage de sucre par racine est le même que l'infection soit normale ou précoce. Dans un essai, les pertes de rendement en poids de racines étaient de 20 % pour les betteraves sucrières et de 40 % pour les fourragères. Les pertes peuvent être encore plus élevées dans le cas de contamination provoquée au stade « jeune plantule » par des pucerons ayant séjourné en hiver dans des silos.

J.M.

3. — Plantes oléagineuses

ANDRÉ (E.) et MAILLE (M.). — **Contribution à l'étude des essences sulfurées des graines de Crucifères : IV. Dosage de l'essence fournie par les graines de** *Brassica juncea*, *Czerny* et *Cosson*. *Ann. Agron.*, 4, 442-455, 1951.

Les auteurs font d'abord un rappel historique et technique des trois méthodes de dosages employées : argentimétrie, iodométrie, gravimétrie. Ces méthodes concordent remarquablement pour le dosage des essences sulfurées de *Brassica nigra* ; la méthode gravimétrique donne des résultats assez différents de ceux des autres méthodes quand on les applique aux essences des autres espèces en particulier la navette et le colza.

Etudiant les essences de *Brassica juncea*, sur des lots différents de graines de cette espèce, les auteurs constatent que la méthode gravimétrique donne suivant les lots des résultats qui s'écartent plus ou moins de ceux des deux autres méthodes. Ils croient pouvoir en conclure que ces deux divergences différentes tiennent à une « tendance à retourner » vers l'une ou l'autre des espèces (*Brassica nigra* ou *Brassica rapa*) parentes de l'hybride amphidiploïde *Brassica juncea*. La signification génétique de ces « retours » semble difficile à concevoir et reste à démontrer.

Enfin une troisième partie traite du dosage de l'essence de *Brassica alba* pour lequel aucune méthode ne donne satisfaction.

M. R.

BUNTING (E. S.) et BLACKMANN (G. E.). — **The cultivation of annual rapes as oil seed crops.** (La culture des colzas et navettes de printemps comme plantes oléagineuses). *Agriculture* (*GB*), LVIII, 1, 509-513, 1952.

La Grande Bretagne, suivant ainsi à 7 ans d'intervalle l'exemple de la France, est obligée de cultiver des oléagineux. En raison de l'époque tardive des moissons, on s'est d'abord adressé au colza et à la navette de printemps. Les auteurs proposent pour ces deux espèces une nomenclature qu'on espère définitive, la littérature anglo-saxonne au sujet des « rapes » étant à cet égard très imprécise.

Les auteurs recommandent un écartement de 15 à 45 cm. Ils n'ont pas trouvé de différences significatives pour des poids semés à l'hectare de 6 à 18 kg pour le colza. Ils recommandent 8 kg pour la navette.

Les rendements moyens obtenus à l'hectare sont de 12 quintaux pour le colza et de 9,5 quintaux pour la navette.

Les auteurs terminent en donnant des indications pour la récolte à la moissonneuse batteuse, et en conseillant les traitements contre les altises et les méligèthes. M. Riv.

Grummer (G.). — **Beiträge zur Eigenschaftsanalyse der Anfälligkeit von** *Papaver somniferum* **gegen** *Helminthosporium papaveris*. (Contribution à l'analyse de la sensibilité de *Papaver somniferum* à *Helminthosporium papaveris*). *Züchter*, XXI, 10-11, 306-322, 1951.

L'Helminthosporium est un parasite de l'œillette cultivée. Les expériences d'infection sur feuilles cultivées en milieu liquide montrent que la plante est plus sensible quand elle est affaiblie (chlorose à l'obscurité).L'action pathogène du parasite est due à une phytotoxine très peu spécifique. Cette toxine a sur la tomate les mêmes actions que la lycomarasmine de Gaumanns. Elle est inactivée par oxydation et produit un flétrissement avec chlorose.

L'auteur termine en confrontant ses résultats avec les observations antérieures sur l'évolution de la maladie. Il semble que le champignon ne pénètre que dans des cellules tuées par sa toxine, et que l'hôte joue un rôle dans son infection en activant ou en inactivant la substance par oxydation ou réduction.

L'amélioration pour la résistance devra se faire dans le sens de la recherche de variétés n'ayant pas tendance à la chlorose, et on ne peut compter sur une résistance par hypersensibilité. M. Riv.

Persson (B.). — **Orienterande frekvensakningar av bin i Raps 1949.**—(Observations préliminaires sur la fréquence des abeilles sur le colza en 1949). *Meddel. Stat. Växtskyddanst.* 59, 32 pp., 1951.

Dans des champs de colza d'hiver et de printemps, situés autour du village d'Akarp, on a mesuré la fréquence des abeilles au mètre carré à différentes heures de la journée et dans différentes conditions météorologiques. Le but de ce travail est de déterminer les heures où l'absence d'abeilles permet le traitement des colzas en fleurs contre *Ceutorrhynchus assimilis* et *Dasyneura brassicae*.

La fréquence est apparue nettement influencée par la proximité de ruches et leur nombre. La nébulosité du ciel, l'humidité de l'atmosphère et des plantes (rosée), et les faibles températures (moins de 10°C) sont les facteurs de l'absence ou du départ des abeilles. Celles-ci apparaissent les jours de beau temps 2 heures après le lever du soleil et disparaissent 2 heures avant le crépuscule.

Cette étude semble pouvoir apporter d'utiles apaisements aux apiculteurs s'il est prouvé que le traitement fait en l'absence d'abeilles ne leur est pas ultérieurement nocif. M. Riv.

5. — Légumineuses fourragères

Ahlgren (G. H.) et Fuelleman (R. F.). — **Ladino clover.** (Le trèfle Ladino). *Adv. in Agron.*, II, 207-230, 1950.

L'analyse de toute la bibliographie concernant ce trèfle blanc originaire d'Italie et maintenant très largement cultivé aux .U S. A. fournit une série de renseignements sur l'ensemble des problèmes posés par la culture et l'amélioration de cette plante.

De cette étude, il faut conclure que le trèfle blanc *Ladino* réussit bien en sols humides, fertiles et en climat tempéré, ne réussit pas en sols pauvres très secs ou extrêmement humides, mais se développe dans des conditions médiocres. Très nutritif et très apprécié du bétail, plus productif que le trèfle blanc commun, il donne de bons résultats en association avec les graminées courantes. Cependant il supporte mal une pâture trop intensive ou trop prolongée. J. Pic.

Dussureaux (L.). — **Ovule formation as a factor influencing seed-setting of Ladino wild clover.** (La formation des ovules en tant que facteur du grainage chez le trèfle Ladino), *Sci. Agric.*, XXXI, 9, 373-382.

Dans les conditions normales de culture le trèfle blanc *Ladino* produit moins de graine que tous les autres trèfles blancs. L'étude réalisée dans l'État de Québec a montré qu'un nombre élevé d'ovules par fleur et une bonne pollinisation sont les principaux facteurs du grainage. Cependant le nombre d'ovules par fleur est moindre dans les fleurs du sommet de l'inflorescence que dans les fleurs de la base.

J. Pic.

Gosta Julen. — **Svalöfs silo rödklöver -en ny klövertyp.** (Le trèfle violet de Svalöf « Silo », un type nouveau de trèfle). *Sver. Utsädesfor. T.*, LXI, 6, 347-355, 1951.

La sélection de plantes à floraison précoce dans la variété demi-tardive *Merkur* a conduit à l'obtention du trèfle violet *Silo* qui au point de vue botanique appartient au type demi-tardif mais fleurit 10 jours plus tôt que *Merkur*. *Silo* représente un type nouveau et rapproche d'un objectif que les sélectionneurs suédois recherchent depuis longtemps : une variété de précocité égale au trèfle silésien ayant une repousse analogue mais une productivité, une persistance et une résistance analogues aux meilleures variétés demi-tardives.

J. Pic.

Smith (D.) et Graber (L. F.). — **Performance of regional strains of Ranger Alfalfa.** (Comportement de souches régionales de luzerne *Ranger*). *Wisconsin Agric. Expt. Sta. Res. B.*, 171, 13 p., 1950.

La luzerne *Ranger* est supérieure à toutes les autres dans le Wisconsin pour les luzernières de longue durée. Ceci est dû à sa résistance au froid et au flétrissement bactérien. Les lots multipliés dans le sud (Californie) sont un peu moins résistants au froid. La résistance au flétrissement bactérien ne semble pas modifiée. Les souches multipliées dans le nord semblent préférables pour la production de semences ; l'origine est sans importance pour la production de fourrage.

J. K.

Thomson (R.). — **Seed studies in sainfoin.** (Etudes des graines chez le sainfoin). *J. Brit. Grassl. Soc.*, VI, 3, 147-160, 1951.

L'étude montre qu'on ne peut différencier le sainfoin à une coupe du sainfoin à deux coupes par le poids ou la couleur des graines, l'échinulation ou la couleur des fruits. Par ailleurs, les graines dures sont plus légères que la moyenne générale des graines.

J. Pic.

Upchurch (R. P.) et Lovvorn (R. L.). — **Gross Morphological root of Alfalfa in North Carolina.** (Comportement morphologique du système radiculaire de la luzerne en Caroline du Nord). *Agron. J.*, XLIII, 10, 493-498, 1951.

Les observations ont été faites sur une variété de luzerne de l'Oklahoma semée dans des terrains argileux et sableux de la Caroline du Nord. Après creusement de tranchées les racines sont séparées au jet d'eau. Cette méthode ne permet qu'une étude grossière de la morphologie. La profondeur maxima est atteinte par la racine principale à la fin de la première année. Il n'y a pas de relation entre le type de sol et la forme du système radiculaire. Les auteurs ont trouvé une corrélation entre le diamètre du pivot au collet et la longueur totale et entre ce même diamètre et le nombre de racines latérales.

J. K.

6. — Graminées fourragères

Gorman (L. W.) et Greenwood (R. M.). — **Effect of moisture content on the viability of Italian Ryegrass seed in storage.** (Effet de la teneur en humidité sur la viabilité des graines de Ray-grass d'Italie, au cours de la conservation). *N. Zeal. J. Sci. Tech.*, XXXIII, 2, 58-61, 1951.

Conservées en chambres, à la température ambiante (13 à 14°C), des graines de Ray-grass d'Italie dont la teneur en eau oscille entre 16 et 19 % perdent rapidement leur faculté germinative. Après quatre années de conservation, des semences contenant 11 % d'humidité germent encore parfaitement. Des graines séchées à l'air ont une teneur en eau voisine de 12 %.

J. Re.

Cossu (A.). — **Ricerche sui pascoli sardi con speciale rignardo alla provincia di Nuoro.** (Recherches sur les pâtures sardes, et en particulier dans la région de Nuoro). *Ann. Sperim. Agrar.*, III, 221-356, 1949.

Après avoir étudié les sols de la région de Nuoro, l'auteur donne un aperçu général de la flore de la Sardaigne, puis des différents types de pâtures de la province, à l'aide de 11 relevés.

Il ressort de ses examens que la composition floristique du peuplement est très riche. Les espèces principales appartiennent aux familles des Composées, Graminées et Légumineuses. Celles qui lui paraissent les plus intéressantes sont, parmi les Graminées : *Cynosurus cristatus*, *Lolium perenne*, les *Poa*, les *Bromus*, les *Avena*, *Phalaris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Phleum pratense*, *Alopecurus pratensis*, *Agropyrum cristatum* et *Vulpia Mynros*, parmi les légumineuses : les *Medicago*, les *Trifolium*, les *Hedysarum*, *Lotus*, *Vicia*, *Lathyrus*, *Anthillis*, *Scorpiurus muricata*, *Astragalus hamosus*, et *Pisum arvense*.

Il considère en outre, d'après les résultats d'analyses chimiques, que certaines Composées ne sont pas dénuées d'intérêt : en particulier quelques Chicoracées : *Cichorium intybus*, *Hypochaeris* sp., *Leontodon Scorzonera*, *Taraxacum*, *Sonchus*, *Crepis*, *Hyoseris radiata* très riches en protéines et matières grasses.

Il envisage enfin les méthodes techniques qui permettraient d'améliorer les pâtures.

J. Re.

Cowlishaw (S. J.). — **The effect of sampling cages on the yields of herbage.** (L'effet des cages d'échantillonnage sur la récolte en fourrrage). *J. Brit. Grassl. Soc.*, VI, 3, 179-182, 1951.

Les cages de protection placées sur des parcelles-témoins avant l'entrée des animaux dans une pâture permettent d'apprécier la quantité d'herbe consommée. D'après les essais effectués par l'auteur à Stratford-sur-Avon, le micro-climat ainsi constitué aurait une influence sur la nature du produit protégé : la production en matière verte serait considérablement plus forte que celle d'une parcelle semblable ne portant pas de cage. Par contre, le pourcentage moyen de matière sèche serait plus faible. Les études de ce micro-climat font, en effet, apparaître des différences sensibles de l'humidité ambiante.

L. Fx.

Love (A.). — **Preparatory studies for breeding icelandic** *Poa irrigata*. (Etudes préliminaires à la sélection de *Poa irrigata* islandais). *Hereditas*, XXXVIII, 1, 11-32, 1952.

L'étude d'un grand nombre de souches de *Poa irrigata* collectées dans diverses régions de l'Islande a montré que tous les nombres de chromosomes compris entre 82 et 147 pouvaient être trouvés. Toutefois 80 % des individus sont euploïdes et les nombres les plus fréquents sont $2n = 112$ et $2n = 119$. Bien que la variabilité soit localement très grande, on note une tendance vers des nombres plus élevés dans les régions les plus hautes ou les plus septentrionales.

Bien que l'aposporie suivie de pseudogamie soit la règle, on observe un faible pourcentage de fécondation. Cependant tous les sacs embryonnaires semblent se former par apogamie sans division réductionnelle et la parthénogénèse semble obligatoire dans les types à grand nombre de chromosomes.

Il existe des corrélations entre le nombre de chromosomes et le diamètre du pollen, la longueur des stomates, le poids des graines, de la matière verte, mais aucune avec la fertilité ou le pouvoir germinatif. Conclusion pratique : la sélection de types à nombre élevé de chromosomes doit donner des souches stables à bon rendement en fourrage dans un temps assez court.

C. H.

McDonald (E. D.), Kalton (R. R.) et Weiss (M. G.). — **Interrelationships and relative variability among S_1 and open pollination progenies of selected Bromegrass clones.** (Corrélations et variabilité relative dans des descendances d'autofécondation et de fécondation libre de clones sélectionnés de Brome). *Agron. J.*, XLIV, 1, 20-25, 1952.

Les plantes I_1 (descendance d'autofécondation) ont un rendement moyen de 69,6 % par rapport à la descendance en fécondation libre. Pour tous les caractères sauf la taille : rendement, vigueur à l'automne et au printemps, nombre de panicules, surface des touffes, la fécondation libre a montré un léger degré d'hétérosis dû sans doute à la réunion dans la pépinière de types d'origines différentes. Les corrélations entre parents et descendances sont plus élevées pour la fécondation libre que pour la I_1. Il y a peu de relation entre le rendement des différents types dans une pépinière en lignes et dans une où les pieds sont espacés. Tous les caractères sont fortement liés au rendement sauf la hauteur. Le facteur principal est probablement la surface des touffes qui conditionne la vigueur et le nombre de panicules. Les variations de rendement et de hauteur notamment dans les différentes familles sont dues presque entièrement aux conditions de milieu en ce qui concerne le rendement, et pour la hauteur sont pour moitié environ imputables à des différences héréditaires. Les auteurs concluent sur la nécessité d'étudier les différents types sélectionnés dans leurs conditions normales d'utilisation.

C. H.

WILLIAMS (S. S.). — **The effect of microclimate on the establishment of Timothy** (*Phleum pratense*). (L'effet du microclimat sur l'établissement de la fléole). *Ann. Appl. Biol.*, XXXVII, 2, 547-549, 1951.

La campagne pour le resemis des prairies, et la constitution de prairies temporaires, entreprise en Angleterre durant la guerre a abouti fréquemment à l'établissement de cultures de trèfle blanc et de Ray-grass anglais ou de trèfle blanc et de fléole.

La comparaison de ces deux associations montre les très nettes différences de comportement entre les deux graminées. La fléole s'établit difficilement, et, de plus, souffre des saisons sèches et ne supporte pas des pâtures trop précoces. Il est indispensable de semer cette espèce sous abri mais elle subit alors la compétition de l'avoine, compétition des systèmes radiculaires dans les premiers centimètres, mais bénéficie de l'ombre et de l'humidité ambiante. Dans tous les cas étudiés par l'auteur, la fléole a fourni le pourcentage de survivants optimum par rapport au semis lorsqu'il subsistait 1300 à 1800 plantes au mètre carré. Pour obtenir ce peuplement, la densité de semis nécessaire varie énormément avec les conditions climatiques locales.

L. Fx.

WEISS (M. G.), TAYLOR (L. H.), JOHNSON (I. J.). — **Correlations of breeding behaviour with clonal performance of orchard-grass plants.** (Corrélations entre le comportement dans les croisements, et le rendement en clônes de plantes de Dactyle). *Agron. J.*, XLIII, 12, 594-602, 1951.

Les corrélations existant entre un certain nombre de caractéristiques de plantes étudiées en clônes et de leurs descendances en fécondation libre ou en single-cross sont résumées dans cet article. En ce qui concerne la largeur des feuilles, le nombre de panicules par plante, la possibilité de survivre à l'hiver, dans l'Iowa, les individus parentaux et leurs descendances en fécondation libre sont fortement ressemblants. Une seule liaison significative peut être mise en évidence entre les descendances de single-cross et la valeur moyenne des deux parents, au sujet du comportement vis-à-vis de l'hiver. Enfin, descendances en single-cross, descendances en fécondation libre des individus parentaux ne sont significativement liées que pour la survivance à l'hiver et le nombre moyen de panicules par plante.

La constance des rendements, dans le temps, est meilleure chez les clônes que chez les populations issues de semis.

Les rendements obtenus en 1re coupe, au cours d'une année déterminée sont faiblement liés à ceux des 2e et 3e exploitations, par une corrélation à coefficient positif ou négatif. Par contre, les rendements individuels en 2e et 3e coupe sont toujours fortement corrélatifs.

L'irrégularité méiotique notée chez les individus parentaux, d'après la fréquence des micronuclei, est variable, et fortement influencée par la température maxima au moment de la méiose. Elle ne semble être liée à aucun des caractères étudiés, sauf négativement à la résistance à l'hiver.

Une variation de 4 à 10 du nombre des individus entrant en combinaison pour la création de souches, n'influe pas sur le rendement des descendances obtenues. Il n'y a pas de chute nette de rendement en deuxième génération d'utilisation de telles souches.

J. RE.

11. — Divers

JONES (W.). — **Infection of basal shoots of hop plants by** *Rhizoctonia Solani*. (Infection des rameaux basaux de houblon par *Rhizoctonia Solani*). *Sci. Agric.*, XXXII, 2, 114-115, 1952.

Dans une houblonnière de la Colombie britannique, des lésions nécrotiques, souvent mortelles, caractéristiques de *Rhizoctonia solani Kühn* furent décelées, en 1950, sur les bourgeons terminaux ou à la base de jeunes rameaux sans chlorophylle, bouturés sous terre. A la suite de contaminations artificielles effectuées respectivement à l'abri de la lumière et sous éclairement normal, l'auteur, qui est le premier à signaler cette maladie sur le houblon, conclut qu'il suffit, pour l'éviter, de ne pas recouvrir les boutures.

B. S.

Le Directeur-Gérant : B. LACLAVIÈRE.

Imprimerie BUSSIÈRE à Saint-Amand (Cher). France. — 5-9-1952.

Dépôt légal : 3e trimestre 1952 *N° d'impression : 761*

ÉTUDE D'UNE PRAIRIE DE FAUCHE IRRIGUÉE EN CRAU

ÉVOLUTION DE LA FLORE ET VARIATIONS DU RENDEMENT SOUS L'INFLUENCE DE DIVERSES FUMURES MINÉRALES

PAR

P. HUGUES, I. DENOY et M. FERRET
Centre de Recherches Agronomiques du Midi, Montpellier
et Domaine expérimental du Merle

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction
Généralités sur les prairies de fauche irriguées en Crau.
Milieu, mode d'établissement, flore,
Conduite et mode d'exploitation.

Expérimentation 1949-1950-1951

But et dispositif
Choix de la prairie expérimentale.
Disposition des essais et formules de fumures.
Opérations culturales. Récoltes.

Méthodes d'analyse botanique

Analyses botaniques numériques : Objet et Technique.
Détermination du nombre minimum d'analyses nécessaire.
Analyse botanique numérique initiale. Résultats.
Analyses botaniques numériques annuelles. Résultats : Évolution de la physionomie botanique numérique des parcelles et de leur degré de qualité, en 1, 2 et et 3 ans.

Analyses botaniques pondérales, à chaque coupe : Objet et Technique.
Observations sur la végétation.
Variations de la teneur en matière sèche des constituants botaniques des récoltes.
Constitution botanique pondérale des récoltes des différentes coupes de 1949, 1950 et 1951, suivant les fumures.
Rendements fourragers des différentes coupes et regains, de 1949, 1950 et 1951.

Discussion
Variations du *rythme de la végétation* des constituants botaniques des récoltes suivant les fumures, les coupes, les années.
Variations des *rendements* : Rendement total et rendements aux différentes coupes, suivant les années et les fumures. Importance relative de la part prise par chaque coupe dans le rendement total annuel.
Qualité des foins : Enseignements fournis par l'analyse chimique minérale du foin entier et de ses constituants botaniques.
Aspect économique : Prix de revient des fumures. Bilan.

Résumé et conclusions générales

Bibliographie

INTRODUCTION

Généralités sur les prairies de fauche irriguées de Crau

Le Milieu

La plaine de Crau affecte la forme d'un triangle dont les sommets sont approximativement Arles à l'Ouest, Lamanon à l'Est, Fos-sur-Mer au Sud. Sa superficie est d'environ 50 000 hectares.

De formation géologique relativement homogène dans son étendue, elle est constituée par un ancien cône de déjection de la Durance, légèrement incliné du N-E au S-W.

A une profondeur variable on trouve, en épaisseur plus ou moins considérable, une molasse coquillière tortonienne presque totalement imperméable, sur laquelle glisse la nappe phréatique qui alimente les puits de la région.

Au-dessus de cette molasse on rencontre une couche de poudingue extrêmement résistante formée de galets et de graviers agglomérés par un ciment de carbonate de chaux. Cette formation s'est constituée sous l'influence des infiltrations d'eau chargée de CO_2, de carbonate de chaux et de diverses substances solubles ou colloïdales qui se sont déposées à un certain niveau.

Au-dessus encore, la partie superficielle est constituée par une « terre rouge méditerranéenne des terrasses » composée de galets, graviers, gravillons, sable, riche en argile et en éléments silico-ferrugineux, mais pauvre en éléments assimilables ; son épaisseur est d'ordinaire faible, de quelques centimètres à 1 mètre. Généralement décalcifiée dans les parties non irriguées, elle contient superficiellement dans les zones irriguées une proportion plus ou moins considérable de limon calcaire.

Les aptitudes à la culture des sols de la Crau varient avec l'épaisseur de la terre végétale, le colmatage plus ou moins accusé de la surface, mais surtout avec les possibilités d'irrigation qui suppléent à la déficience des précipitations d'été.

La Crau non irriguée couvre environ 30 000 hectares, ce sont les « Coussouls », étendues pierreuses parcourues par les moutons. Deux hectares de « coussouls » peuvent nourrir en moyenne 3 à 4 moutons, de l'automne au début de l'été. Pendant l'été la végétation disparaît sous l'effet de la sécheresse, pour reparaître à la suite des pluies d'automne.

Dans des conditions très défavorables de sol et de climat un milieu cultural a été créé par l'homme grâce à l'amenée des eaux d'irrigation, l'implantation de brise-vents, l'usage des engrais.

Actuellement les 20 000 hectares cultivés sont irrigués par les eaux de la Durance amenées par des canaux passant par le col de Lamanon. Sur ce territoire se sont développées diverses cultures céréalières, potagères, arbustives, mais la spéculation principale est la production du foin. C'est la Crau, qui

en majeure partie assure l'alimentation de la cavalerie de la zone viticole et des vaches laitières de la région méridionale.

Mode d'établissement de la prairie et Flore

Une prairie s'établit en Crau de la manière suivante : sur un terrain labouré, épierré, nivelé, où des fossés d'arrosage ont été creusés et au Nord duquel a été plantée une haie de cyprès, — protection indispensable contre la violence du mistral — une luzerne est semée sous le couvert d'une céréale.

Avec les années, la luzernière initiale disparaît, remplacée par une flore nouvelle dont les constituants botaniques finissent pour atteindre un certain équilibre formant alors une prairie naturelle de fauche.

La Flore comprend en moyenne de 40 à 50 p. 100 de Légumineuses, 30 à 40 p. 100 de Graminées, 10 à 30 p. 100 d'espèces diverses. Les Légumineuses prédominantes sont le *Trèfle blanc* et le *Trèfle violet*. On trouve du *Lotier corniculé*, parfois des *Vesces* et de la *Minette*. Les Graminées principales sont l'*Avoine élevée* ou *Fromental*, le *Dactyle pelotonné*, la *Fétuque des prés*, les *Paturins des prés et commun*, plus rarement les *Ray-Grass*, la *Fétuque roseau*, la *Houlque laineuse*. Les espèces diverses sont représentées principalement par des composées : *Pissenlits*, *Barkhausia*, *Leontodon*, puis les *Carottes*, *Gaillets*, *Plantains*...

Sous l'influence du milieu et des conditions d'exploitation, chez les diverses espèces botaniques des prairies de Crau, se sont peu à peu différenciés des Ecotypes qui présentent à un degré élevé des caractères communs d'aptitude à l'utilisation pour la fauche (1).

Conduite et Mode d'exploitation de la prairie

Les coupes. Le foin de Crau. — Les prairies sont exploitées de manière à fournir par an 3 coupes et un regain.

La première coupe commence au début de mai, en principe le 6. Suivant les possibilités des agriculteurs elle se poursuit jusqu'en juin. Elle donne un foin long, riche en graminées, très recherché par les propriétaires de la région viticole pour leurs chevaux.

La deuxième coupe s'effectue en fin juillet ou en début d'août.

La troisième en fin août ou septembre.

Ces deux dernières coupes donnent les foins utilisés principalement pour les animaux laitiers d'où leur dénomination de « foins laitiers ». Ils renferment une forte proportion de plantes courtes, légumineuses et espèces diverses, à teneur élevée en protéines.

D'après l'usage local les coupes doivent être terminées au plus tard le 30 septembre. Après la troisième coupe la végétation qui continue à se développer grâce aux pluies d'automne et à la douceur de la température est réservée pour le regain dont le pâturage est loué aux éleveurs de moutons de novembre

(1) Cf. Hugues P. *C. R. Acad. Agric.* 29 juin 1949.

au 15 février (l'élevage étant une spéculation distincte de celle de la production du foin).

Le rendement moyen à l'hectare pour l'ensemble des trois coupes est de l'ordre de 7 à 10 000 kilogs de foin sec.

La Crau commercialise de 800 000 à plus de 1 000 000 de quintaux de foin, suivant les années. Ce dernier est toujours vendu avec une plus-value par rapport au foin courant. Ceci tient d'une part à sa qualité, d'autre part à l'organisation des producteurs, en vue de la vente.

Le foin de Crau présente généralement une bonne qualité marchande comparativement aux foins d'autres régions moins bien favorisées du point de vue climatique. En effet, la récolte et le séchage s'effectuent rapidement du fait de l'insolation et de la ventilation. Les pluies sont relativement rares et suffisamment espacées pendant la période d'exploitation des prairies pour que les coupes et les manipulations du fourrage aient lieu dans les conditions les meilleures.

Pour la composition chimique des foins : LONG et PRADON, MAUME, MAUME et MONTEIL ont indiqué les normes suivantes pour les différentes récoltes :

	Protides %	Lipides %	Cellulose %	Cendres %		Extr. non Azoté %
Foin de 1e Coupe	9 à 10	2,3 à 3	20 à 25	7 à 10	CaO 1,5	35 à 50
Foin de 2e Coupe	10 à 12	3,5 à 3,8	17 à 20	7 à 10	MgO 0.70	35 à 55
Foin de 3e Coupe	12 à 14	3 à 4,5	17 à 20	7 à 10	P_2O_5 0,50 K_2O 1,5 à 2,0	35 à 50

En ce qui concerne les matières azotées et les matières grasses, les normes sont toujours nettement supérieures à celles indiquées par KELLNER. De plus, les foins de Crau possèdent une forte alcalescence positive (dont l'importance a été mise en évidence pour la formation du squelette animal) qui les rapproche des foins de luzerne.

L'IRRIGATION. — On commence à irriguer au début d'avril, sitôt les pluies de printemps passées. Tous les 8 à 10 jours, régulièrement, les prairies sont submergées à tour de rôle pendant quelques heures. La quantité d'eau nécessaire est estimée au minimum à 1 à 1,3 l seconde par hectare.

La période des irrigations dure du 1er avril au 30 septembre. Chaque hectare reçoit en moyenne 15 000 mètres cubes d'eau contenant environ 1 à 1,5 kg de limon par mètre cube. Ce dernier est riche d'environ 43 à 48 p. 100 en carbonate de chaux, d'après MAGON. Chaque année une masse de limon de 10 à 15 000 kg est ainsi apportée par hectare. Cette masse agit physiquement sur le colmatage de la surface du sol de la prairie mais apporte aussi une certaine quantité d'éléments fertilisants. Les quantités moyennes en éléments fertilisants apportées par mètre cube d'eau de Durance et par kilogramme de limon sont indiquées dans le tableau I établi en se basant sur les chiffres donnés par GASTINE.

TABLEAU I

Éléments fertilisants apportés par les eaux et limons de la Durance (1)
(d'après GASTINE)

	Teneur moyenne en grammes pour		Quantités apportées à l'hectare/kg			Fumures minérales équivalentes kg/ha
	1 m³ Eau	1 kg Limon	par l'Eau	par le Limon	Total	
N	0,323	0,800	4,850	8 à 12	13 à 17	65 à 85 $SO_4(NH_4)_2$
P_2O_5	0,150	1,050	2,250	10,5 à 15,7	13 à 18	80 à 112,5 Superph.
K_2O	3,000	2,900	45,000	29 à 43,5	74 à 90	150 à 184 KCl

(1) Par saison d'irrigation, du 1 avril au 30 septembre. Pour un débit total de 15 000 m³ d'eau et un dépôt de limon de l'ordre de 10 à 15 000 kg, à l'hectare.

Les quantités ainsi apportées pendant la période des arrosages sont relativement élevées puisqu'elles parviennent à correspondre, pour un hectare, à des fumures minérales de l'ordre de 65 à 85 kg de Sulfate d'Ammoniaque, de 80 à 112,5 de Superphosphate et de 150 à 184 de Chlorure de Potassium.

Si ces apports sont relativement considérables, les exportations par les récoltes sont également très importantes. MAUME (1941) évalue de la manière suivante ces dernières pour une récolte de 9 120 kg de foin sur un hectare, en 3 coupes (chiffres calculés en tenant compte de la teneur particulière du foin en N, P_2O_5, K_2O, à chaque coupe).

Azote	172,4 kg
Acide Phosphorique	32,1 kg
Potasse	207,7 kg

S'il y a lieu de compter sur le bénéfice réalisé grâce à la fixation de l'azote par les légumineuses, on doit estimer qu'une part relativement importante de l'acide phosphorique et de la potasse apportés par l'irrigation est inutilisée par les plantes pour des causes diverses (insolubilisation, rétention par les colloïdes du sol, etc...).

En plus des exportations dues aux coupes de foin, il faut ajouter celles du regain, pâturé par les moutons, qui constitue une coupe supplémentaire. En compensation le passage des moutons dans les prairies apporte une fumure organique dont la valeur fertilisante n'a pas été jusqu'à présent calculée.

Etant donné les exportations considérables il convient de restituer au sol les éléments qui lui ont été enlevés.

LES FUMURES. — Le fumier et les engrais sont épandus à partir du 15 février. L'emploi du fumier n'est ni constant, ni régulier. On le réserve en général pour les cultures maraîchères ou bien on ne l'apporte qu'à intervalles de temps assez considérables, 3 à 5 ans, à la dose de 10 à 15 000 kg/ha.

Les fumures minérales sont par contre d'utilisation courante et annuelle. La nécessité de leur emploi ainsi que les quantités ont été indiquées par les travaux de LONG et PRADON (1932-38) et de MAUME (1938-1941) au Centre National d'Expérimentation agricole du Merle.

D'après ces auteurs, l'importance de la fumure phosphopotassique est primordiale. Son rôle est de favoriser le développement des Légumineuses, d'enrichir en protides les Légumineuses et les Graminées, d'augmenter la teneur du foin en acide phosphorique. Les quantités préconisées à l'hectare sont de l'ordre de :

Superphosphate	600 à 800 kg
Chlorure de Potassium	250 à 300 kg

L'emploi de l'azote est également conseillé, surtout les années où il n'y a pas d'apport de fumier, à raison de 150 kg de sulfate d'ammoniaque à l'hectare.

Ces auteurs ont mis en évidence des modifications de la flore et des différences de rendement sous l'influence des diverses fumures.

EXPÉRIMENTATION 1949-1950-1951

But et dispositif

L'expérimentation entreprise en 1949 a pour but de déterminer l'influence des fumures minérales sur le milieu floristique de la prairie, sur les rendements quantitatifs et qualitatifs du foin aux différentes coupes. Eventuellement, de préciser les modalités d'emploi des fumures : Quantités, époques d'application ; ainsi que leurs limites de rentabilité économique. Les essais ont été poursuivis pendant 3 ans, de 1949 à 1951.

Choix de la prairie expérimentale

Le choix s'est porté sur une prairie ayant naturellement et de longue date succédé à une luzernière ; relativement homogène quant aux conditions du sol et de la végétation ; pouvant être irriguée d'une manière régulière. Les années précédentes elle a reçu le mode d'exploitation normale à 3 coupes par an et pâturage par les moutons en hiver. Elle a également bénéficié des fumures minérales habituelles de 800 kg superphosphate et 300 kg de chlorure de potassium à l'hectare, ainsi que des apports des eaux et du limon d'irrigation et de la fumure organique due au passage des troupeaux.

Il s'agit donc d'une prairie typique de Crau, en parfait état à tous points de vue.

Disposition des Essais et Fumures

Les essais couvrent une superficie totale de 10 500 m² divisée en 14 parcelles de 15 × 50 m, soit 750 m² chacune, disposées en couples suivant le plan ci-après (fig. 1). Chaque parcelle est adjacente à une parcelle témoin.

Les engrais minéraux utilisés sont le superphosphate à 16 p. 100 de P_2O_5, le chlorure de potassium à 49 p. 100 de K_2O, le sulfate d'ammoniaque à 20 p. 100 d'azote ammoniacal, le nitrate de soude à 15 p. 100 d'azote nitrique.

Les parcelles témoins correspondent aux n° 1, 4, 7, 8, 11, 14. Leur fumure est celle qui est recommandée et couramment utilisée en Crau ; c'est-à-dire, à l'hectare :

Superphosphate 800 kg + chlorure de potassium 300 kg. Ce qui correspond à P_2O_5 : 128 kg et K_2O : 147 kg, à l'hectare.

Dans le texte qui suit *les fumures seront toujours exprimées en éléments fertilisants purs en kg à l'hectare* ; en outre, *l'azote étant le facteur le plus variable* dans les expériences, l'ordre d'énoncé des éléments adopté est *PKN* au lieu de *NPK*.

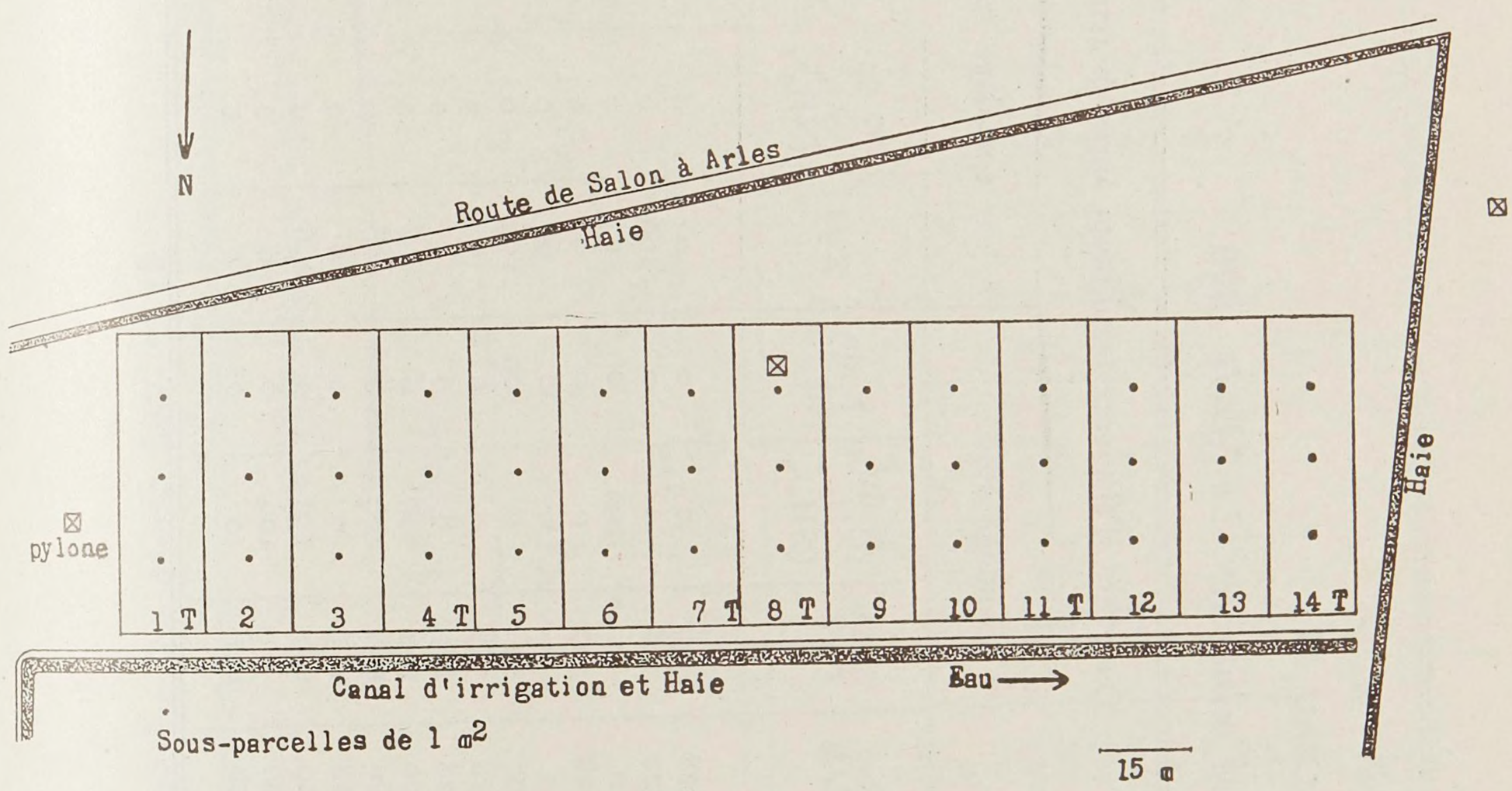


FIG. 1. — Disposition de l'essai

Les formules de fumures mises en comparaison en 1949 sont indiquées dans le tableau II. Ce tableau indique également la manière dont ont été fractionnés les épandages d'engrais. Dans la dernière colonne sont portés les prix de revient à l'hectare des formules de fumures.

Le tableau III disposé de la même manière que le tableau I indique les fumures adoptées en 2e et 3e années d'expérimentation (1950 et 1951). Nous attirons l'attention sur les parcelles dont les formules de fumures ont subi une modification en 1950 et 1951 par rapport à 1949. Ce sont :

la parcelle 6, ancienne 320 + 392 + 200 (du NO_3Na) qui devient 0 + 0 + 100 ;

la parcelle 9, ancienne 320 + 392 + 100, qui devient 128 + 147 + 200 ;

la parcelle 10, ancienne 320 + 392 + 200 (du $SO_4(NH_4)_2$) qui devient 128 + 147 + 100 ;

la parcelle 12, ancienne 320 + 392 + 300, qui devient 320 + 392 + 200.

En 1951 les apports d'azote, au lieu d'être effectués en 2 fois, comme en 1949, avant première et après 3e coupe, ont été fractionnés en 4 parties égales, appliquées avant chaque coupe, pour déterminer de façon plus précise les modalités d'emploi de cet élément : quantités et époques d'application. Citons pour mémoire qu'en 1950 un épandage d'un mélange d'oligoéléments variés (manga-

TABLEAU II

Formules des fumures minérales. Le Merle 1949

N° Parcelles	Quantités d'engrais K/Ha				Total des éléments fertilisants K/Ha				Quantités d'éléments fertilisants apportés par épandage K/Ha									Prix de la fumure à l'hectare
									1er épandage 26/2				2e épandage 10/3			3e épandage 19/8		
	Super	KCL	$SO_4(NH_4)_2$	NO_3Na	P_2O_5	K_2O	N du $SO_4(NH_4)_2$	N du NO_3Na	P_2O_5	K_2O	N du $SO_4(NH_4)_2$	N du NO_3Na	K_2O	N du $SO_4(NH_4)_2$	N du NO_3Na	N du $SO_4(NH_4)_2$	N du NO_3Na	
1 T	800	300	0	0	128	147	0	0	128	147	0	0	0	0	0	0	0	13.100
2	2 000	800	0	0	320	392	0	0	320	196	0	0	196	0	0	0	0	33.400
3	0	0	1 000	0	0	0	200	0	0	0	100	0	0	0	0	100	0	26.000
4 T	800	300	0	0	128	147	0	0	128	147	0	0	0	0	0	0	0	13.100
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2 000	800	0	1 250	320	392	0	200	320	196	0	100	196	0	0	0	100	65.500
7 T	800	300	0	0	128	147	0	0	128	147	0	0	0	0	0	0	0	13.100
8 T	800	300	0	0	128	147	0	0	128	147	0	0	0	0	0	0	0	13.100
9	2 000	800	500	0	320	392	100	0	320	196	100	0	196	0	0	0	0	46.400
10	2 000	800	1 000	0	320	392	200	0	320	196	100	0	196	0	0	100	0	59.000
11 T	800	300	0	0	128	147	0	0	128	147	0	0	0	0	0	0	0	13.100
12	2 000	800	1 500	0	320	392	300	0	320	196	150	0	196	0	0	150	0	72.400
13	2 000	0	1 000	0	320	0	200	0	320	0	100	0	0	0	0	100	0	49.000
14 T	800	300	0	0	128	147	0	0	128	147	0	0	0	0	0	0	0	13.100

TABLEAU III

Formules des fumures minérales. Le Merle 1950 et 1951

N° parcelles	Quantités d'engrais K/Ha				Total des éléments fertilisants			Quantités d'éléments apportés K/Ha								Prix de revient de la fumure ha
									1er Epandage				*2e Ep.*	*3e Ep.*	*4e Ep.*	
									K_2O							
	Super	KCL	$SO_4(NH_4)_2$	Oligo (1)	P_2O_5	K_2O	N du $SO_4(NH_4)_2$	P_2O_5	1re fraction	2me fraction	N du $SO_4(NH_4)_2$	Oligo	N du $SO_4(NH_4)_2$	N du $SO_4(NH_4)_2$	N du $SO_4(NH_4)_2$	
1 T	800	300	0	0	128	147	0	128	147	0	0	0	0	0	0	10.720
2	2 000	800	0	0	320	392	0	320	196	196	0	0	0	0	0	27.320
3	0	0	1 000	0	0	0	200	0	0	0	50	0	50	50	50	27.000
4 T	800	300	0	0	128	147	0	128	147	0	0	0	0	0	0	10.720
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	500	0	0	0	100	0	0	0	25	0	25	25	25	13.500
7 T	800	300	0	0	128	147	0	128	147	0	0	0	0	0	0	10.720
8 T	800	300	0	0	128	147	0	128	147	0	0	0	0	0	0	10.720
9	800	300	1 000	0	128	147	200	128	147	0	50	0	50	50	50	37.720
10	800	300	500	0	128	147	100	128	147	0	25	0	25	25	25	24.220
11 T	800	300	0	+	128	147	0	128	147	0	0	+	0	0	0	10.720
12	2 000	800	1 000	+	320	392	200	320	196	196	50	+	50	50	50	54.320
13	2 000	0	1 000	0	320	0	200	320	0	0	50	0	50	50	50	46.000
14 T	800	300	0	0	128	147	0	128	147	0	0	0	0	0	0	10.720

(1) Oligoéléments sur parcelle de 50 m² (dont 25 m² parcelle 11 et 25 m² parcelle 12).

nèse, bore, cobalt, etc...) a été fait sur une bande allongée, de 50 m², partie sur une parcelle témoin, partie sur la parcelle à fumure maxima 320 + 392 + 200. Etant donné que cette application d'oligoéléments n'a eu aucune répercussion sur la composition botanique ni sur les rendements, il n'y sera plus fait allusion dans l'exposé.

Opérations culturales

Les épandages d'engrais ont lieu en fin février, dans les meilleures conditions atmosphériques possibles : terrain sec, temps ensoleillé, vent nul. L'engrais dont la quantité est la plus considérable : le superphosphate, est distribué par épandeur à cheval. Les autres engrais, à la main.

Pour éviter les brûlures sur la végétation, le chlorure de potassium des parcelles à forte fumure potassique a été fractionné en deux moitiés, la première épandue fin février, la deuxième au minimum 15 jours plus tard, après une pluie. En même temps un fort hersage est pratiqué.

Le calendrier des opérations culturales pour 1949, 1950 et 1951 est donné dans le tableau IV.

TABLEAU IV

Nature et dates des opérations culturales en 1949, 1950, 1951

Nature des opérations	1949	1950	1951
Épandage des engrais et hersage (super + 1/2 chlorure + 1/2 azote)	26/2	7/3	2/3
Épandage de la 2e dose de chlorure	10/3	8/4	15/3
1° Irrigation (1)	29/3	4/4	8/4
1° Coupe	7/5	3/5	2/5
Epandage 2e fraction azote	néant	22/5	15/5
2° Coupe	15/6	24/6	3/7
Epandage 3° fraction azote	néant	1/7	18/7
3° Coupe	1/8	3/8	20/8
Epandage 4e fraction azote	19/8 (2e fraction)	10/8	26/8
4° Coupe	24/9	20/9	néant
Evaluation du regain	1/12	6/12	5/11
Pâturage du regain	Dans le courant de l'hiver		
(1) Nombre d'irrigations total	18 (du 29/3 au 20/9)	17 (du 4/4 au 17/9)	12 (du 8/4 au 29/8)

Récolte. Conditions climatiques et nombre de coupes

La récolte des parcelles de 750 m² est effectuée à la moto-faucheuse « Dollé ». La coupe de la totalité de l'essai nécessite une journée de travail de 8 heures, le conducteur ayant à délimiter chaque parcelle de façon précise. Après séchage sur le sol pendant un temps variable (ce temps s'est échelonné de quelques heures, à 2 journées au maximum suivant les coupes pendant les 3 années) suivant l'état d'humidité de l'air, l'intensité de l'ensoleillement et du vent, le foin est mis en meulons. La 1re année les meulons ont été chargés en

vrac sur camion, les années suivantes la récolte à été fanée au rateau andaineur et mise en balles au moyen du *pick up roto-baler*.

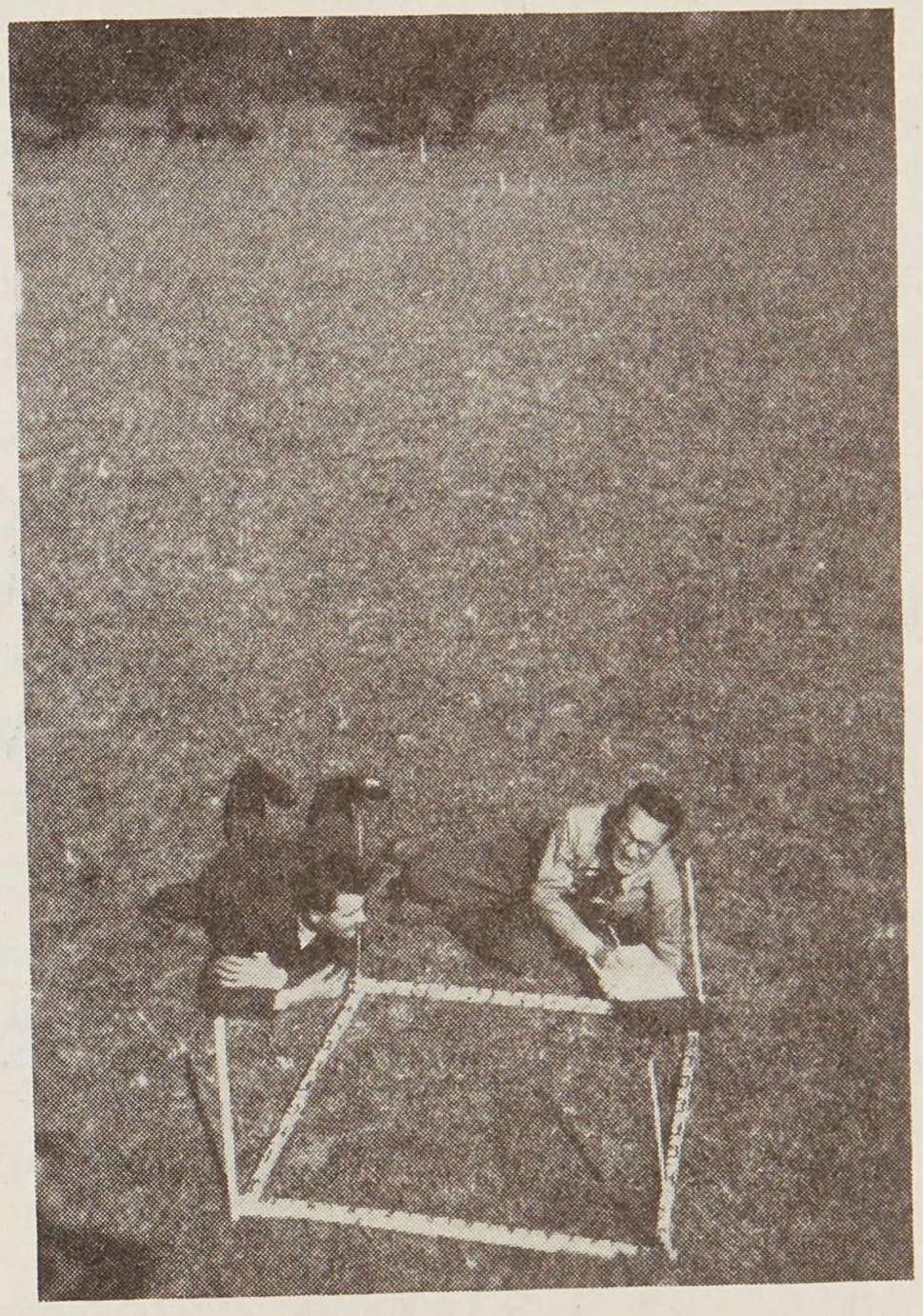


FIG. 1 *bis*. — Analyse botanique numérique des sous-parcelles de 1 m²

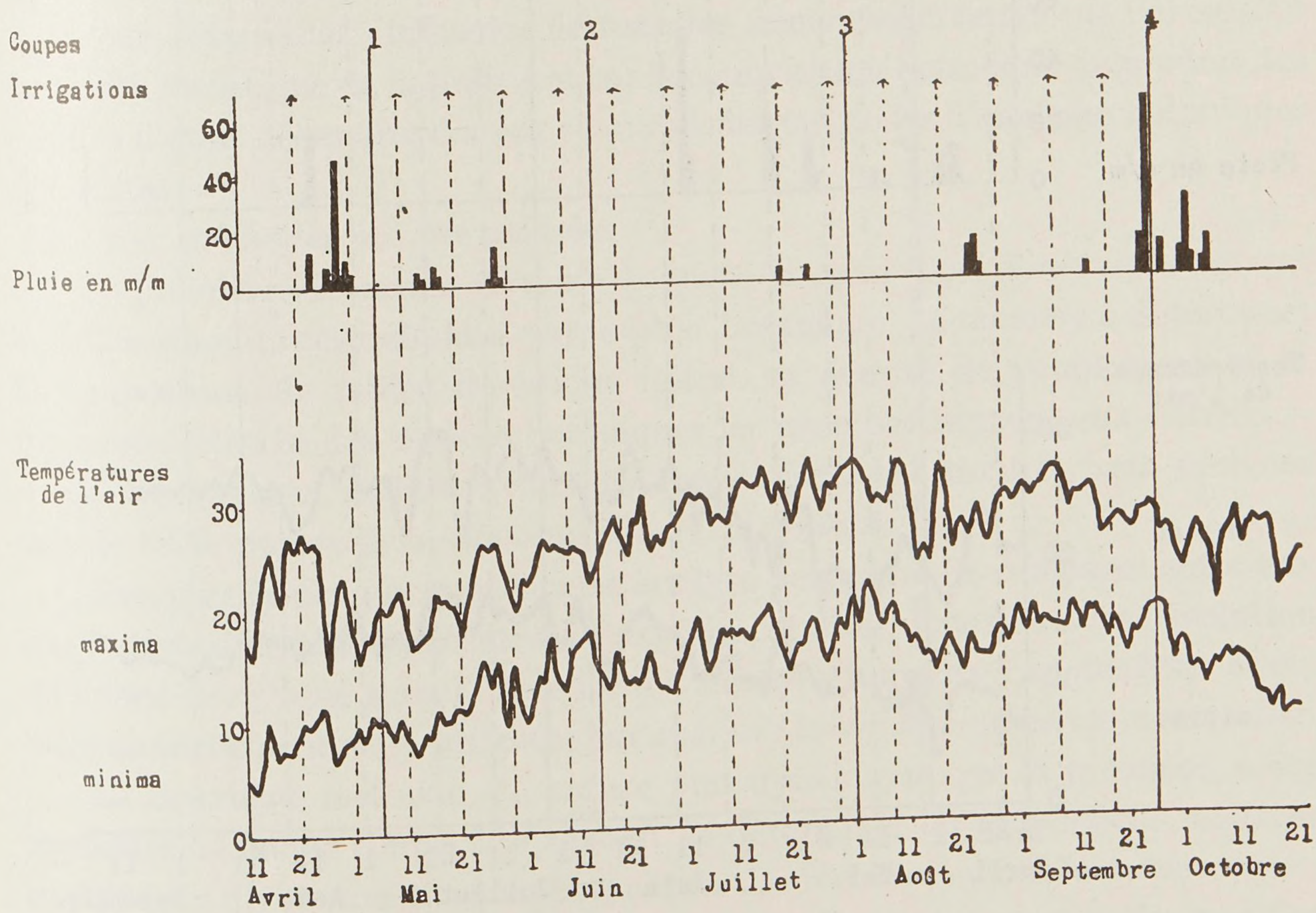


FIG. 2. — Le Merle 1949

Pendant les deux premières années de l'expérimentation, 1949 et 1950, les circonstances atmosphériques et la croissance de la végétation des prairies ont

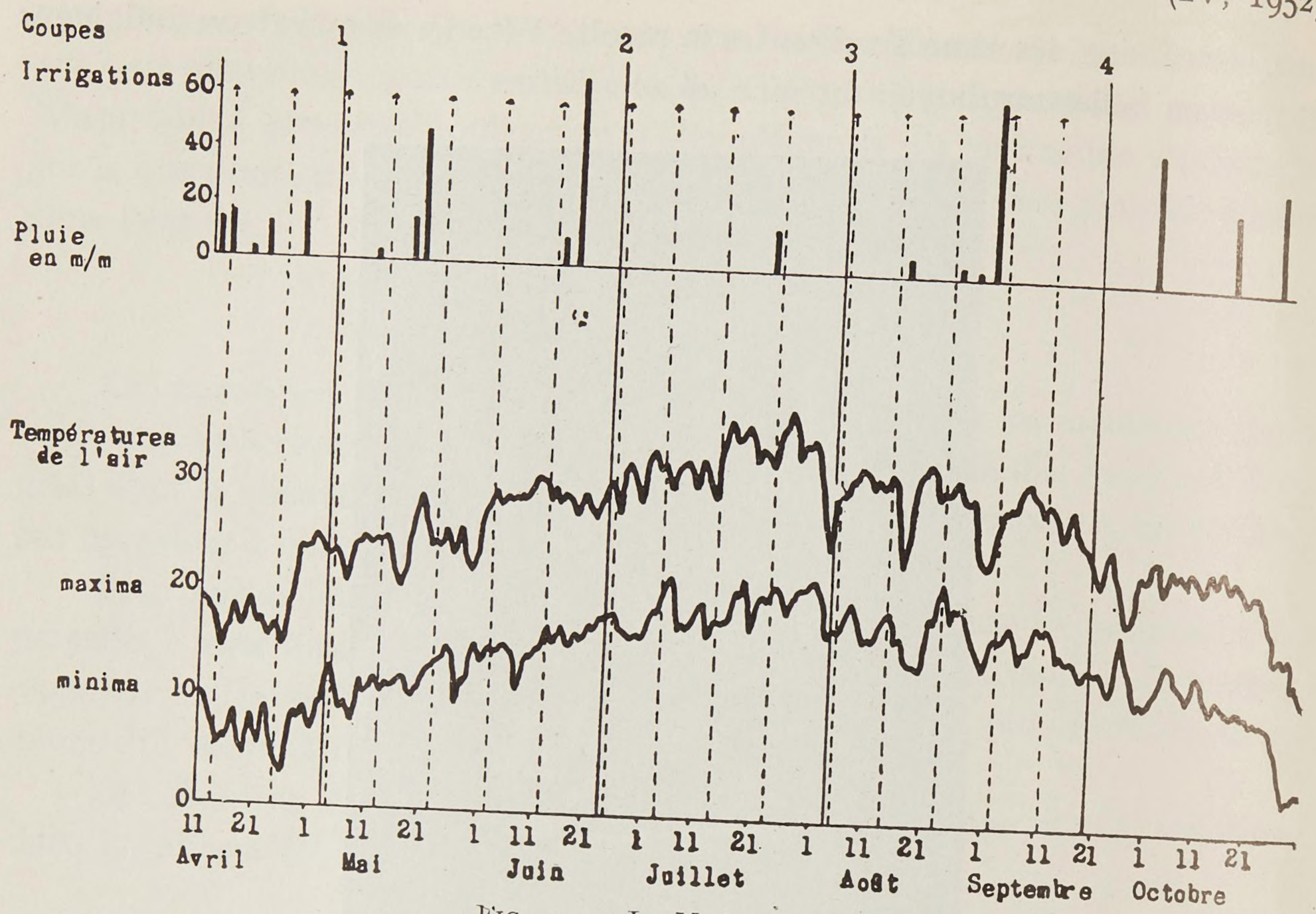


FIG. 3. — Le Merle 1950

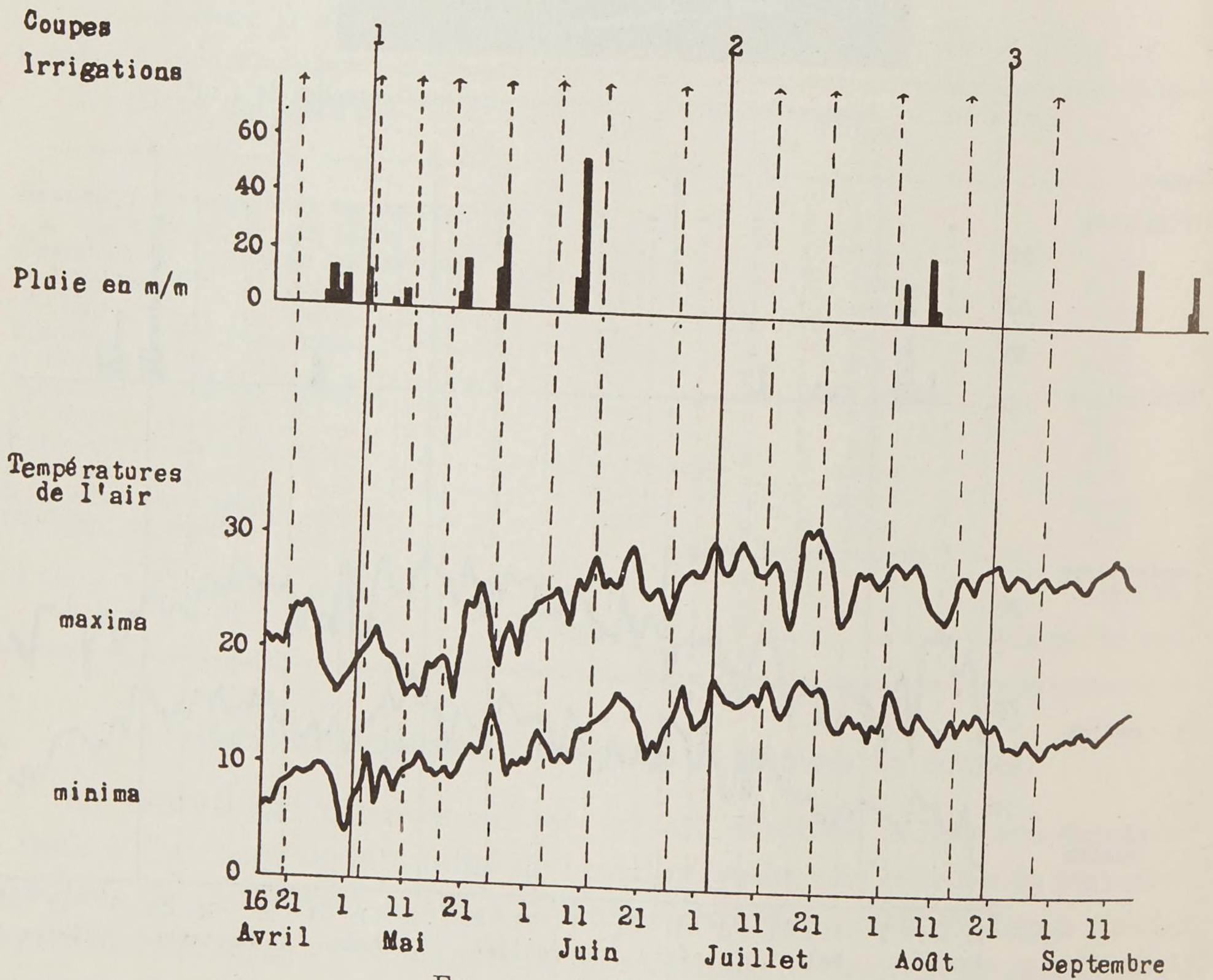


FIG. 4. — Le Merle 1951

été normales. En 1951 au contraire, ces conditions ont été particulièrement défavorables.

Les figures 2, 3 et 4, représentent graphiquement les températures maxima et minima à 2 m sous abri, les hauteurs des précipitations, les dates des irrigations et des coupes, pendant la saison d'exploitation des prairies, au Merle en 1949, 1950, 1951.

En 1951 on constate que le réchauffement de la température a été très lent en mai, les températures des eaux d'irrigation ont été basses. En juillet et août, nombreuses ont été les journées de vent froid. En septembre ce sont les pluies qui ont provoqué le refroidissement de la température.

En 1949 et 1950, en profitant de la bonne croissance de la prairie et en se basant de façon précise sur le début de floraison des graminées principales : Fromental et Dactyle, il a été possible d'effectuer 4 coupes au lieu des 3 normalement pratiquées en Crau.

Ce gain d'une coupe a permis d'obtenir une augmentation du rendement ainsi qu'une amélioration de la qualité du regain. Le regain après 4e coupe est plus jeune, plus vert, plus appétissant que celui après troisième coupe.

L'un des résultats pratiques de l'expérimentation est donc d'avoir démontré la possibilité de réaliser 4 coupes au lieu de 3, dans des circonstances climatiques normales, avec des résultats favorables tant au point de vue rendement fourrager que qualité du regain.

MÉTHODES D'ANALYSE BOTANIQUE

Pour déterminer l'influence de fumures minérales diverses sur l'évolution du milieu floristique de la prairie et sur la composition botanique du produit des récoltes il était nécessaire d'avoir recours à des méthodes d'analyses botaniques différentes.

Deux méthodes ont été utilisées :

La première, de nature statique, consiste en comptages d'individus plantes et totalisation de ces individus par espèce botanique, de manière à déterminer la composition du milieu floristique initial, sa densité de peuplement et la fréquence relative des espèces botaniques les unes par rapport aux autres.

Cette analyse, réalisée avant les applications des fumures, sera désignée dans le texte par *analyse botanique numérique initiale*.

Renouvelée chaque année, cette analyse permettra de comparer entre eux les résultats d'années consécutives d'expérimentation, donc de suivre l'évolution du milieu floristique sous l'influence des diverses fumures. Les analyses effectuées annuellement sont désignées par *analyses botaniques numériques annuelles*.

La deuxième méthode, de nature plus dynamique que la première, a été appliquée à chaque coupe. Il s'agissait de déterminer les proportions relatives en poids des divers constituants botaniques des récoltes, aux différentes coupes. Ceci a été réalisé par des *analyses botaniques pondérales*, c'est-à-dire par des pesées à chaque coupe, de chaque groupe des constituants botaniques du fourrage des diverses parcelles.

ANALYSES BOTANIQUES NUMÉRIQUES : OBJET ET TECHNIQUE

Analyse botanique numérique initiale

Son objet est la détermination de la physionomie botanique numérique initiale, ou fréquence numérique des espèces botaniques, dans la prairie, avant toute action des fumures. Elle est effectuée vers le milieu de mars, à un moment où la végétation, pâturée par les moutons pendant l'hiver, commence à repartir.

L'analyse consiste à compter les individus des différentes espèces botaniques rencontrées sur une surface délimitée, pour déterminer la fréquence numérique des espèces botaniques $F = \frac{n \times 100}{N}$, n étant le nombre total des individus d'une même espèce botanique, N étant le nombre total des individus de toutes les espèces dénombré sur la surface donnée.

Pratiquement, la détermination des surfaces à analyser est effectuée de la manière suivante : La prairie de 10 500 m² étant divisée en 14 parcelles de 15 × 50 = 750 m², destinées à recevoir les différentes formules de fumures, l'expérimentateur parcourt ces parcelles et repère les zones où la végétation est la plus régulière ; parmi ces zones il délimite, dans chaque parcelle, 3 sous-parcelles de 1 m² chacune dont les angles sont marqués à demeure par des piquets de fer ; la première dans le tiers Nord, la deuxième dans le tiers central, la troisième dans le tiers Sud. Pour des raisons matérielles les sous-parcelles 1 et 3 sont seules utilisées pour les comptages de l'analyse botanique initiale numérique ; tandis que l'ensemble des 3 sous-parcelles 1, 2, 3 servira pour les Analyses pondérales lors des différentes coupes.

Pour l'Analyse botanique, l'expérimentateur applique sur la sous-parcelle un cadre orienté (quadrat) de 1 m² de superficie. Ce cadre est divisé par des fils de fer fins en 100 carrés de 100 cm² chacun, orientés par les chiffres et les initiales de leurs coordonnées rectangulaires.

Chaque carré à tour de rôle fait l'objet d'une analyse. Les plantes sont comptées une à une et identifiées sur pied suivant l'espèce à laquelle elles appartiennent, par deux opérateurs ; le premier désigne les noms des espèces des individus rencontrés au fur et à mesure de l'investigation, le second inscrit et totalise les individus par espèce.

Le p. 100 du nombre d'individus de chaque espèce par rapport au nombre total d'individus dans chaque sous-parcelle indique la *physionomie botanique initiale numérique de la sous-parcelle.*

Le p. 100 du nombre d'individus de chaque espèce par rapport au nombre total des individus dénombrés dans l'ensemble des sous-parcelles 1 et 3 indique la *physionomie botanique initiale numérique de la parcelle.*

Enfin le p. 100 du nombre d'individus de chaque espèce par rapport au nombre total d'individus dénombrés dans les 14 parcelles, c'est-à-dire dans 2 800 prélèvements de 100 cm² indique la *physionomie botanique initiale numérique de la prairie.*

Pour déterminer cette physionomie botanique numérique dans une prairie de fauche irriguée de Crau, est-il nécessaire de se livrer à un nombre aussi considérable d'analyses ? Quel pourrait être le nombre minimum d'analyses ?

Détermination du nombre minimum d'analyses nécessaire

L'intérêt de la connaissance de ce minimum réside dans la possibilité d'application de la méthode à la détermination de la physionomie botanique d'une prairie de fauche, sujet sur lequel n'existent encore que relativement peu de données objectives, en particulier pour les prairies de fauche irriguées de Crau.

Les résultats du nombre très élevé d'analyses (2 800) constituent une base extrêmement sûre pour la comparaison avec les résultats de séries portant sur des nombres croissants d'analyses.

Cette comparaison a été faite par le calcul du χ 2. Les résultats de ce calcul sont les suivants. Ils sont représentés graphiquement dans la figure 5.

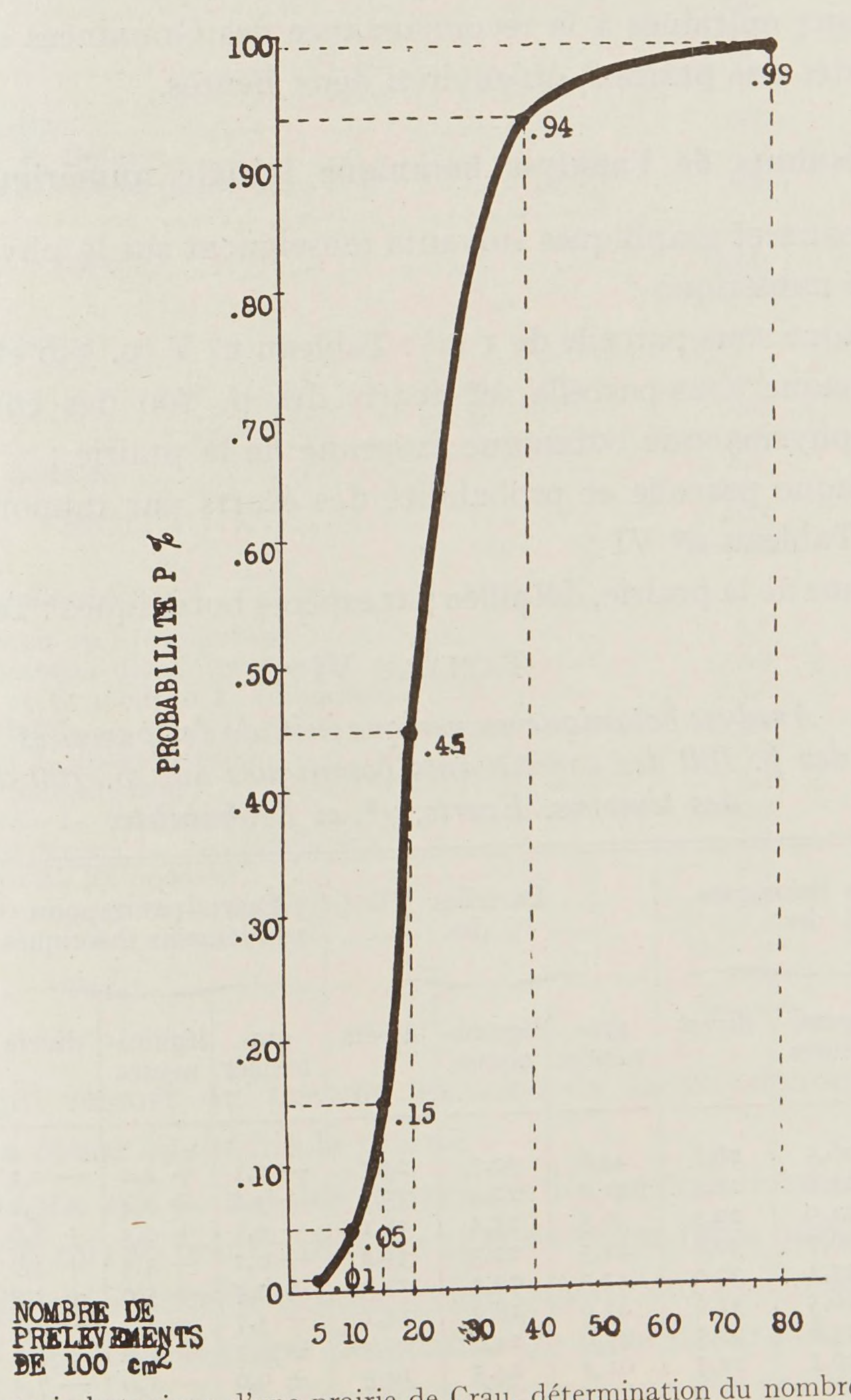


FIG. 5. — Physionomie botanique d'une prairie de Crau, détermination du nombre de prélèvements nécessaire, probabilité p. 100

L'accroissement de la probabilité est rapide entre 10 et 40 prélèvements. Pour 80 prélèvements χ 2 devient 7,61 ; P >. 99. La concordance est donc parfaite. 80 prélèvements de 100 cm² auraient donc suffi pour obtenir une physionomie botanique numérique moyenne identique à celle enregistrée à partir des 2 800 analyses.

Nombre de prélèvements	χ^2 pour $n = 23$	Probabilité %
5	74,13	1
10	35,10	5
15	30,50	15
20	23,60	45
40	13,27	94
80	7,61	99

Pratiquement 40 prélèvements donnent une probabilité très suffisante, de l'ordre de 94 p. 100. L'analyse de 40 prélèvements de 100 cm² ne demande à deux opérateurs entraînés à la reconnaissance des Graminées en herbe et des diverses plantes des prairies, qu'environ deux heures.

Résultats de l'analyse botanique initiale numérique

Les tableaux et graphiques suivants renseignent sur la physionomie botanique initiale numérique :

a) de chaque sous-parcelle de 1 m² : Tableau nº V (p. 556 et 557) ;

b) de chaque sous-parcelle, et écarts des p. 100 des constituants par rapport à la physionomie botanique moyenne de la prairie ;

c) de chaque parcelle et probabilité des écarts par rapport aux témoins théoriques : Tableau nº VI ;

d) moyenne de la prairie, détaillée par espèces botaniques : Tableau nº VII.

Tableau VI

Analyse botanique numérique initiale des parcelles
Comparaison des p. 100 des constituants botaniques aux p. 100 des constituants des témoins. Ecarts, χ^2, et Probabilité.

Nº parcelles	Témoins théoriques % des			Parcelles % des			Écarts par rapport aux témoins théoriques			χ^2	P %
	graminées	légumineuses	divers	graminées	légumineuses	divers	graminées	légumineuses	divers		
2	46,7	26,5	26,8	44,6	30,7	24,7	— 2,1	+ 4,2	— 2,1	0,26	0,90
3	47,7	24,8	27,4	41,9	22,4	35,7	— 5,8	— 2,4	+ 8,2	0,47	0,80
5	45,6	24,9	29,5	36,5	25,4	38,1	— 9,1	+ 0,5	+ 8,6	0,47	0,80
6	42,5	26,7	30,8	42,3	22,3	35,4	— 0,2	— 4,4	+ 4,6	0,31	0,85
9	40,6	27,4	32,0	43,3	22,4	34,3	+ 2,7	— 5,0	+ 2,3	0,34	0,85
10	41,9	26,5	31,6	47,6	28,3	24,1	+ 5,7	+ 1,8	— 7,5	0,48	0,80
12	47,7	25,8	26,5	47,9	24,8	27,3	+ 0,2	— 1,0	+ 0,8	0,07	0,96
13	52,2	26,1	21,7	61,2	24,5	14,3	+ 9,0	— 1,6	— 7,4	0,71	0,70

Tableau VII

Physionomie botanique initiale numérique moyenne de l'ensemble de la prairie d'essais, le Merle 1949
(Fréquence des Espèces botaniques)

	% par rapport au total des individus déterminés.	% à l'intérieur de chaque catégorie.
1° *Graminées* :		
Arrhenatherum elatius (Mert. et K)	12,1	26,6
Dactylis glomerata L.	9,8	21,5
Festuca diverses : Pratensis Huds, Arundinacea Schreb	8,9	19,6
Poa divers : Pratensis L., Trivialis L.	5,5	12,0
Lolium perenne L.	4,2	9,2
Holcus lanatus L.	1,6	3,5
Avena diverses : Pubescens L., Pratensis L.	1,8	3,9
Lolium italicum A. Br.	0,7	1,5
Trisetum flavescens P. Beauv., Bromus divers (erectus Huds) (mollis L.), Autres graminées	1,0	2,2
Total	45,6	100
2° *Légumineuses* :		
Trifolium repens L.	14,1	55,3
Trifolium pratense L.	5,2	20,4
Lotus corniculatus L.	5,5	21,6
Vicia et Medicago diverses	0,7	2,7
Total	25,5	100
3° *Espèces diverses* :		
Barkhausia sp. (Crepis sp.) (composées)	7,7	26,6
Taraxacum et Leontodon divers (composées)	6,3	21,8
Galium verum L. et G. mollugo L. (rubiacées)	3,8	13,2
Pastinaca (composées)	2,4	8,3
Plantago lanceolata L. (plantaginées)	2,3	8,1
Daucus carota L. (ombellifères)	3,3	11,4
Tragopogon pratensis L. (composées)	0,9	3,1
Ranunculus acer et repens L. (renonculacées)	1,0	3,4
Achillea millefolium L. (composées)	0,7	2,4
Rumex obtusifolius et acetosa L. (polygonées)	0,3	1,0
Espèces diverses	0,2	0,7
Total	28,9	100

Le fait qui ressort du premier examen de la physionomie botanique moyenne est la *bonne qualité* de la prairie.

Si on applique aux p. 100 des fréquences des espèces botaniques les coefficients qualitatifs mis au point par 'T Hart et de Vries (bien que leurs méthodes d'analyse soient essentiellement pondérales) on parvient aux résultats suivants permettant d'apprécier le degré de qualité Qg (Quality grade) de la prairie :

D'après les données de 'T Hart et de Vries, pour une prairie de fauche un Qg = 6,1 indique une bonne valeur qualitative. De prime abord ce fait apparaît

TABLEAU

Physionomie Botanique numérique
(% de fréquence des espèces par rapport au nombre total

N° parcelle	Sous-parcelle	GRAMINÉES										% total des graminées	LÉGUMINEUSES				
		Dactyle	Houlque	Fromental	Fétuques	Poa	Ray-Grass anglais	Ray-Grass italien	Avoine pubescente	Avoine jaunâtre	Diverses		Trèfle des prés	Trèfle blanc	Lotiers	Vesces	Luzernes et diverses
1	N	13,5	2,4	12,8	6,8	7,6	0,4	—	1,3	—	6,2	51,0	8,6	9,4	2,7	0,3	0,1
	S	7,3	0,7	10,9	2,0	9,6	2,3	0,8	5,9	—	0,8	40,3	3,7	22,9	8,2	0,3	—
	Moy.	10,4	1,5	11,8	4,4	8,6	1,3	0,4	3,6	—	3,5	*45,6*	6,2	16,2	5,5	0,3	0,05
2	N	14,4	3,7	7,1	22,8	1,1	—	—	—	0,3	—	49,5	4,2	17,7	9,4	—	—
	S	11,1	0,5	9,4	12,6	2,2	0,7	0,5	2,4	—	—	39,6	5,3	18,9	5,1	0,8	—
	Moy.	12,7	2,1	8,3	17,7	1,7	0,4	0,3	1,2	0,2	—	*44,6*	4,8	18,3	7,2	0,4	—
3	N	13,8	3,2	10,1	7,9	7,9	—	—	—	—	0,5	43,4	4,6	12,0	7,1	2,7	—
	S	7,4	0,7	11,1	5,4	9,4	0,6	0,3	4,4	1,5	—	40,3	1,2	16,3	0,9	—	—
	Moy.	10,6	1,9	10,6	6,7	8,6	0,3	0,2	2,2	0,7	0,3	*41,9*	2,9	14,2	4,0	1,3	—
4	N	7,2	0,7	10,3	19,0	8,8	—	—	0,2	—	—	46,2	6,2	14,5	5,2	0,2	—
	S	9,6	0,3	10,7	10,8	9,8	4,6	1,3	2,3	1,3	0,3	51,3	5,2	8,9	5,5	0,2	0,2
	Moy.	8,4	0,5	10,5	14,9	9,3	2,3	0,6	1,3	0,6	0,2	*48,7*	5,7	11,7	5,4	0,2	0,1
5	N	6,4	2,3	11,2	9,4	3,7	3,7	—	0,2	—	—	36,9	3,1	8,8	8,9	0,1	0,2
	S	5,5	0,9	13,8	8,7	2,7	0,2	—	3,4	0,2	0,8	36,1	6,8	15,0	5,3	2,4	—
	Moy.	5,9	1,6	12,5	9,0	3,2	1,9	—	1,8	0,1	0,4	*36,5*	4,9	11,9	7,1	1,2	0,1
6	N	11,8	4,4	9,6	8,2	3,9	0,7	2,3	—	—	—	40,6	4,7	14,3	7,1	—	—
	S	1,9	0,4	15,1	0,6	4,7	—	—	18,6	—	2,6	44,0	0,2	12,7	5,5	—	—
	Moy.	6,9	2,4	12,3	4,4	4,3	0,4	1,1	9,3	—	1,3	*42,3*	2,5	13,5	6,3	—	—
7	N	13,3	1,7	12,0	9,1	3,8	3,3	0,4	—	—	—	43,2	4,7	14,7	8,5	2,7	—
	S	3,8	0,5	12,4	5,1	7,4	0,8	—	—	0,9	4,2	35,5	5,3	12,0	5,3	3,7	—
	Moy.	8,5	1,1	12,2	7,1	5,6	2,0	0,2	—	0,4	2,1	*39,3*	5,0	13,4	6,9	3,2	—
8	N	8,7	1,7	4,2	8,0	4,5	7,2	2,0	0,2	—	0,5	36,9	2,8	12,2	7,7	0,3	—
	S	3,4	2,2	10,1	6,1	1,8	12,2	0,1	4,1	—	1,6	42,0	8,1	10,8	5,7	—	0,4
	Moy.	6,1	1,9	7,2	7,0	3,1	9,7	1,0	2,2	—	1,0	*39,4*	5,5	11,5	6,7	0,2	0,2
9	N	9,9	2,2	15,8	4,6	5,1	2,7	0,8	—	—	—	41,0	1,7	18,3	8,6	0,7	—
	S	4,9	1,3	11,8	0,2	19,1	4,3	1,5	1,9	—	0,8	45,6	2,4	9,1	4,0	—	0,2
	Moy.	7,4	1,8	13,8	2,4	12,1	3,5	1,1	0,9	—	0,4	*43,3*	2,1	13,7	6,3	0,3	0,1
10	N	17,1	2,0	8,3	13,5	4,5	3,4	0,6	—	—	—	49,3	4,7	14,8	7,3	1,2	—
	S	10,0	—	16,4	7,6	4,5	2,7	1,4	3,4	—	—	46,2	4,2	20,8	3,4	—	—
	Moy.	13,5	1,0	12,4	10,5	4,5	3,0	1,0	1,7	—	—	*47,7*	4,5	17,8	5,4	0,6	—
11	N	11,5	1,6	8,0	11,1	4,5	6,3	3,3	—	—	—	46,4	7,6	11,0	6,2	0,4	0,2
	S	6,9	—	14,2	8,3	3,8	5,4	0,3	0,4	—	0,7	40,0	7,0	11,0	7,6	—	—
	Moy.	9,2	0,8	11,1	9,7	4,1	5,9	1,8	0,2	—	0,3	*43,2*	7,3	11,0	6,9	0,2	0,1
12	N	11,0	3,5	17,0	17,0	2,3	1,5	0,8	—	—	—	52,9	4,9	17,1	1,7	—	—
	S	7,1	3,8	11,6	11,6	3,8	4,1	0,9	—	—	—	43,0	6,2	14,9	4,5	—	—
	Moy.	9,1	3,6	14,3	14,3	3,0	2,8	0,9	—	—	—	*47,9*	5,5	16,0	3,1	—	—
13	N	18,7	2,7	21,7	10,6	—	10,7	1,9	—	—	1,3	67,5	5,4	12,5	4,1	0,6	—
	S	11,1	1,4	13,2	14,8	3,1	9,3	0,8	0,2	—	1,1	55,1	3,0	16,4	2,6	—	—
	Moy.	14,9	2,0	17,5	12,7	1,5	10,0	1,4	0,1	—	1,2	*61,2*	6,7	14,5	3,3	0,3	—
14	N	15,3	0,9	13,4	5,5	4,7	15,2	0,9	0,2	—	1,0	56,9	7,6	15,9	0,6	—	0,3
	S	11,9	—	15,4	1,9	8,4	17,0	—	1,0	0,6	—	56,3	11,9	11,8	4,6	0,2	—
	Moy.	13,6	0,5	14,4	3,7	6,5	16,1	0,4	0,6	0,3	0,5	*56,6*	9,7	13,8	2,6	0,1	0,1

V

initiale des sous-parcelles 1949
des individus dans chaque sous-parcelle de 100 × 100 cm²

% total des légumineuses	ESPÈCES DIVERSES											% total des espèces diverses	Nombre individus de la sous-parcelle
	Gaillets	Barkhausia	Taraxacum	Panais	Plantains	Salsifis	Carottes	Renoncules	Achillées	Rumex	Véroniques et diverses		
21,1	1,9	8,9	1,9	8,9	0,4	1,7	2,8	0,9	—	—	0,4	27,9	766
35,1	6,7	7,3	3,9	—	1,5	0,8	2,7	0,1	1,5	—	—	24,6	731
28,1	4,3	8,1	2,9	4,5	0,9	1,3	2,9	0,5	0,75	—	0,2	*26,3*	
31,3	0,4	6,3	2,0	4,5	0,7	2,2	1,2	1,9	—	—	—	19,1	805
30,1	1,4	10,2	8,5	1,8	0,9	0,6	5,7	0,9	0,3	0,2	—	30,3	755
30,7	0,9	8,2	5,2	3,2	0,8	1,4	3,4	1,4	0,2	0,1	—	*24,7*	
26,4	1,1	13,8	4,8	5,2	0,5	1,0	1,6	1,7	—	0,1	0,4	30,2	848
18,4	5,2	3,2	16,9	0,9	4,4	1,2	7,4	1,2	—	0,6	—	41,3	828
22,4	3,2	8,5	10,8	3,0	2,4	1,1	4,5	1,4	—	0,3	0,2	*35,7*	
26,1	1,0	10,7	8,6	1,5	1,4	0,8	2,8	0,9	—	—	—	27,7	755
20,2	—	4,9	5,4	4,4	2,2	0,2	9,6	0,7	1,4	0,2	—	28,4	573
23,1	0,5	7,8	7,0	3,0	1,8	0,5	6,2	0,8	0,7	0,1	—	*28,2*	
21,2	6,3	21,6	7,2	1,4	0,1	2,2	1,8	0,8	—	0,1	0,3	41,9	887
29,5	4,3	10,2	3,5	0,3	3,9	0,4	10,4	0,3	0,5	0,5	—	34,4	837
25,4	5,3	15,9	5,4	0,8	2,0	1,3	6,1	0,6	0,3	0,3	0,1	*38,1*	
26,2	5,5	13,3	5,8	4,4	0,2	1,6	0,4	1,8	—	—	—	33,2	769
18,5	12,7	10,2	3,1	—	1,9	—	2,2	—	6,4	1,0	0,2	37,5	508
22,3	6,1	11,7	4,5	2,2	1,1	0,8	1,3	0,9	3,2	0,5	0,1	*35,4*	
30,5	2,5	6,6	5,3	5,3	2,1	0,4	2,3	2,2	—	—	—	26,3	738
26,4	7,9	4,7	8,7	—	9,7	0,4	3,1	0,7	0,7	1,7	0,2	38,1	753
28,5	5,2	5,7	7,0	2,7	5,9	0,4	2,7	1,4	0,4	0,8	0,1	*32,2*	
23,1	4,8	15,7	8,4	7,1	0,8	1,3	0,3	1,4	—	—	0,2	40,0	1 073
25,0	5,7	7,2	6,3	2,5	2,3	—	2,8	1,1	3,7	0,4	0,1	33,0	792
24,1	5,3	11,5	7,4	4,8	1,6	0,6	1,6	1,2	1,9	0,2	0,2	*36,5*	
29,0	4,2	6,2	8,3	4,2	1,8	1,2	2,6	1,8	—	0,2	—	30,0	816
15,7	8,2	6,7	9,9	—	6,7	1,4	2,3	0,9	1,5	0,9	—	38,7	535
22,4	6,2	6,4	9,1	2,1	4,2	1,3	2,4	1,3	0,8	0,5	—	*34,2*	
27,9	1,0	5,7	4,7	4,7	0,6	1,4	3,0	1,5	—	—	—	22,8	789
28,3	11,1	3,0	3,0	—	3,0	0,6	3,3	—	0,8	0,8	—	25,5	692
28,1	6,0	4,4	3,9	2,3	1,8	1,0	3,1	0,8	0,4	0,4	—	*24,2*	
25,3	2,0	13,5	3,9	0,8	2,1	1,4	3,3	1,1	—	0,2	—	28,3	699
25,6	7,0	9,0	6,8	0,7	4,0	0,7	2,6	1,7	1,3	0,6	—	34,4	699
25,4	4,5	11,2	5,4	0,7	3,1	1,0	2,9	1,4	0,7	0,4	—	*31,3*	
24,0	—	3,1	14,5	0,7	1,6	0,6	1,8	0,9	—	—	—	23,1	628
25,6	2,6	7,7	11,5	0,4	3,7	1,4	3,4	0,5	—	0,3	—	31,4	746
24,8	1,3	5,4	13,0	0,6	2,6	1,0	2,6	0,7	—	0,1	—	*27,3*	
22,1	—	1,9	1,8	3,7	1,3	0,3	1,3	0,3	—	—	0,8	10,4	598
27,1	4,1	3,1	3,2	0,4	4,1	0,3	1,1	1,1	—	0,2	0,4	17,8	690
24,5	2,0	2,5	2,5	2,0	2,8	0,3	1,2	0,7	—	0,1	0,6	*14,3*	
24,6	3,4	0,5	3,9	0,5	2,1	1,2	4,3	1,3	—	—	1,3	18,5	590
28,3	0,9	0,8	3,3	1,6	1,9	0,4	5,3	0,5	0,3	—	0,3	15,4	767
26,4	2,1	0,6	3,6	1,1	2,0	0,8	4,8	0,9	0,2	—	0,8	*17,0*	

lorsqu'on considère la physionomie botanique moyenne numérique qui est pour la prairie.

Graminées 45,6 + Légumineuses 25,5 = 71,1 p. 100 du total des constituants botaniques.

	% quantitatif A	Coefficient qualitatif B	A × B
Bonnes graminées :			
Lolium perenne, L. Italicum, Poa	10,4	9	93,6
Graminées moyennes :			
Dactylis, Holcus, Arrhenaterum	35,1	6,5	228,1
Légumineuses :			
Trifolium pratense, Tr. repens, Lotus	25,5	8	204
Espèces diverses	28,9	3	86,8
$Qg = \frac{612,5}{100} = 6,1$	100		612,5

De façon à placer initialement toutes les formules de fumures dans les mêmes conditions il était indispensable de choisir une prairie homogène comme végétation et comme densité de peuplement, cette dernière est de l'ordre de 723 individus en moyenne au mètre carré.

Cependant les comptages révèlent des différences non sensibles par appréciation visuelle. Le tableau VIII met en évidence que la partie médiane de la

TABLEAU VIII

Analyse botanique numérique des parcelles après 1 an (Analyse 1950) Comparaison des p. 100 des Constituants Botaniques aux p. 100 des Constituants des Témoins. Ecarts, χ^2, et Probabilité

N° parcelles	Témoins théoriques % des			Parcelles % des			Écarts par rapport aux témoins théoriques			χ_2	P %
	graminées	légumineuses	divers	graminées	légumineuses	divers	graminées	légumineuses	divers		
2	44,5	29,6	25,9	46,7	27,8	25,5	+ 2,2	— 1,8	— 0,4	0,12	0,93
3	46,7	26,3	27,0	52,7	16,6	30,7	+ 6,0	— 9,7	+ 3,7	0,81	0,67
5	45,6	24,9	29,5	39,4	22,9	37,7	— 6,2	— 2,0	+ 8,2	0,44	0,80
6	42,5	26,7	30,8	42,6	17,9	39,5	+ 0,1	— 8,8	+ 8,7	0,71	0,70
9	40,6	27,5	31,9	38,6	23,7	37,7	— 2,0	— 3,8	+ 5,8	0,36	0,83
10	41,9	26,4	31,7	54,5	23,7	21,8	+ 12,6	— 2,7	— 9,9	0,79	0,68
12	47,7	25,7	26,6	56,1	13,1	30,7	+ 8,4	— 12,6	+ 4,2	1,23	0,54
13	52,1	26,1	21,8	61,8	14,9	23,3	+ 9,7	— 11,2	+ 1,5	0,96	0,63

prairie est moins riche en Graminées que les extrémités E et W. Le p. 100 des Graminées diminue progressivement de la parcelle 1 à la parcelle 5, puis remonte de la 5 à la 14. Inversement le p. 100 en espèces diverses est plus élevé au centre de la prairie et va en diminuant vers les extrémités E et W, tandis que la proportion des Légumineuses est relativement constante.

Pour les calculs on peut atténuer sensiblement les différences initiales en considérant les moyennes des 2 sous-parcelles Nord et Sud de chaque parcelle et en comparant ces moyennes à celles des témoins théoriques voisins, ce que permet la disposition en couples de l'essai.

Les écarts des constituants botaniques des parcelles, par rapport aux témoins théoriques sont relativement faibles et ont une probabilité élevée de l'ordre de ·80 à ·96 (parcelle 13 exceptée : ·70. Les parcelles 13 et 14, voisines, sont directement comparables l'une à l'autre).

Dans le chapitre suivant, les résultats de l'analyse botanique initiale numérique de chaque parcelle seront comparés aux résultats des analyses effectuées ultérieurement chaque année dans les mêmes conditions et sur les mêmes surfaces. Cette comparaison permettra de déterminer l'évolution de la structure floristique de la prairie sous l'influence des diverses formules de fumures.

Du fait de la bonne qualité initiale de la prairie on peut augurer que les effets des diverses formules de fumures seront vraisemblablement moins démonstratifs que s'il s'agissait d'une prairie en mauvais état ou épuisée : les différences entre parcelles seront inévitablement moins marquées tant au point de vue des rendements, que de l'évolution de la flore. D'autant moins sensibles également dans la comparaison avec les témoins que ces derniers reçoivent une très bonne fumure (128 P_2O_5 + 147 K_2O).

Analyses botaniques numériques annuelles

Dès la première année, sous l'influence des diverses fumures, la végétation des parcelles a subi une transformation. On se trouve donc en présence de 14 prairies dont l'analyse botanique numérique doit être réalisée.

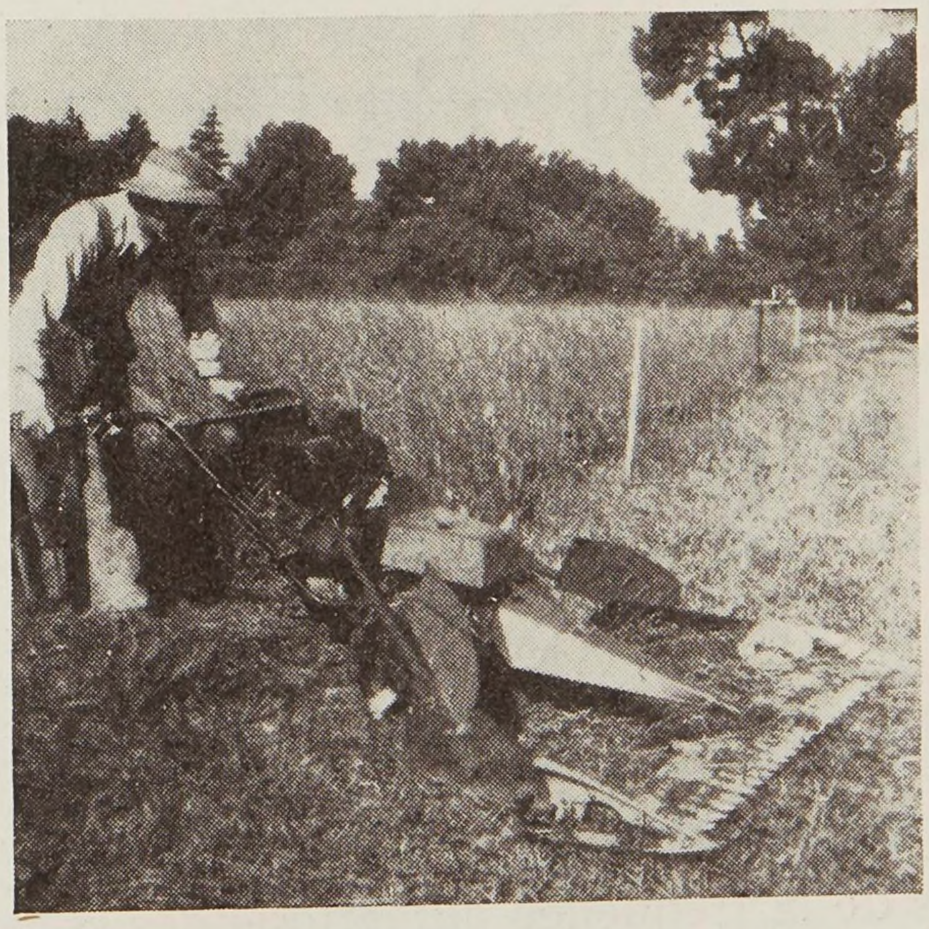


FIG. 6. — Coupe des parcelles à la motofaucheuse

La même technique que pour l'analyse botanique numérique initiale a été utilisée, elle a comporté par parcelle l'examen de 200 prélèvements de 100 cm².

Les résultats des analyses botaniques numériques effectuées en 1950, 1951

et 1952 sont donnés dans les chapitres qui suivent. Ils font l'objet des tableaux VIII et XI ; et des figures 7, 8 et 9.

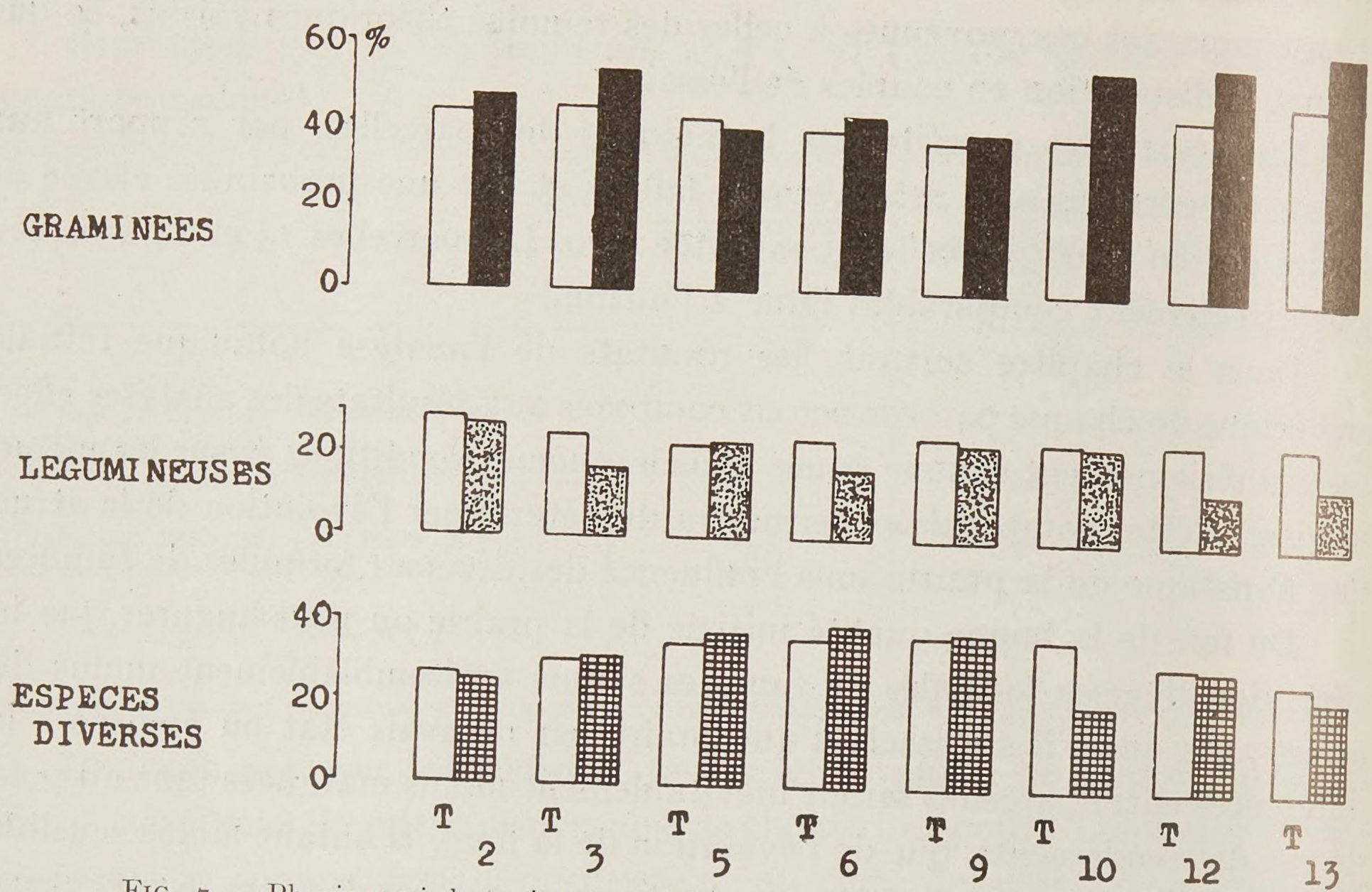


FIG. 7. — Physionomie botanique numérique des parcelles et de leur témoin T 1950

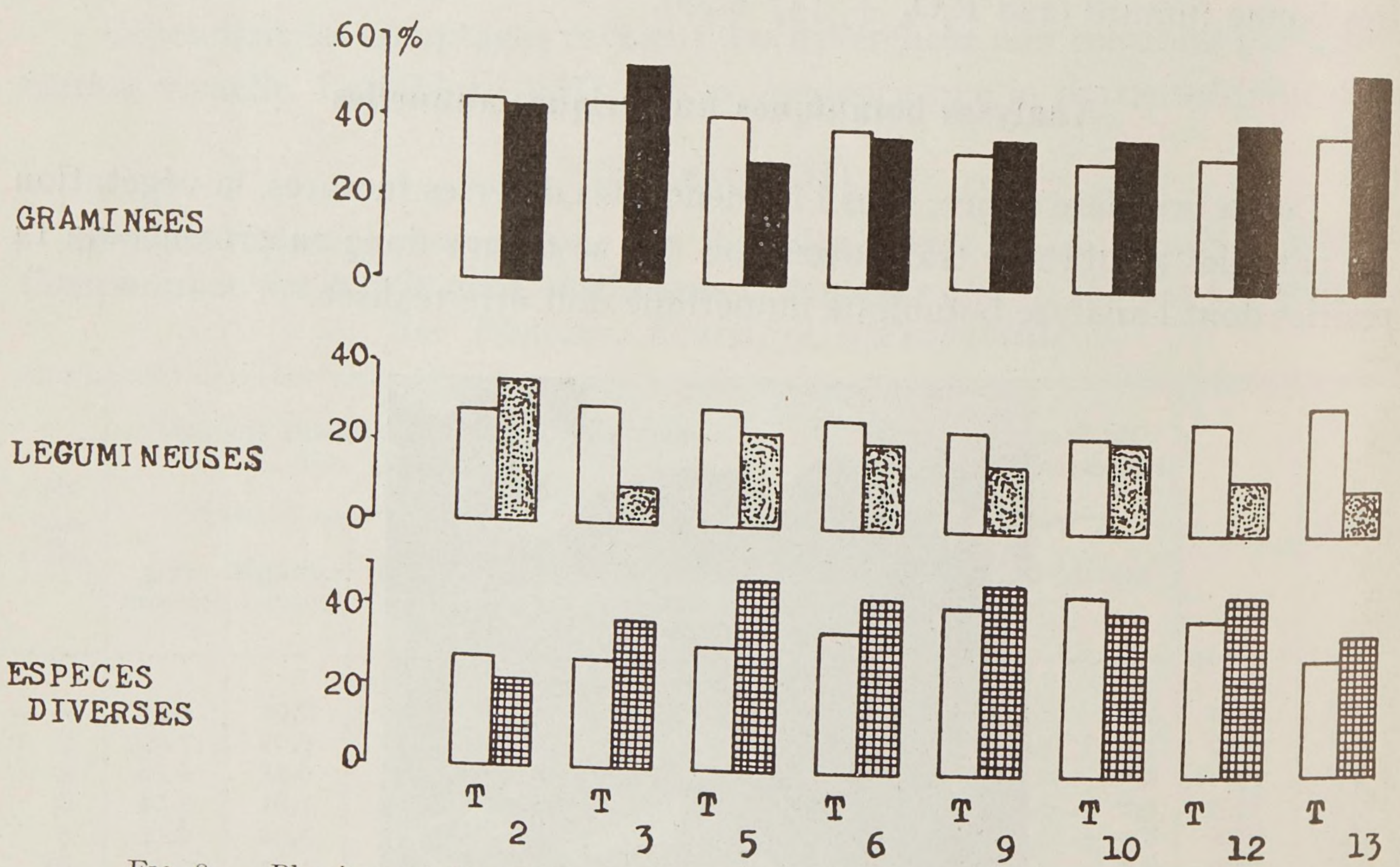


FIG. 8. — Physionomie botanique numérique des parcelles et de leur témoin T 1951

Successivement seront étudiées :

1) Les variations de la fréquence numérique des constituants botaniques suivant les fumures, de 1949 à 1952.

2) Les variations des fréquences numériques des différentes espèces botaniques, suivant les fumures, de 1949 à 1952.

3) L'évolution du degré de qualité, suivant les fumures, en 1, 2 et 3 ans.

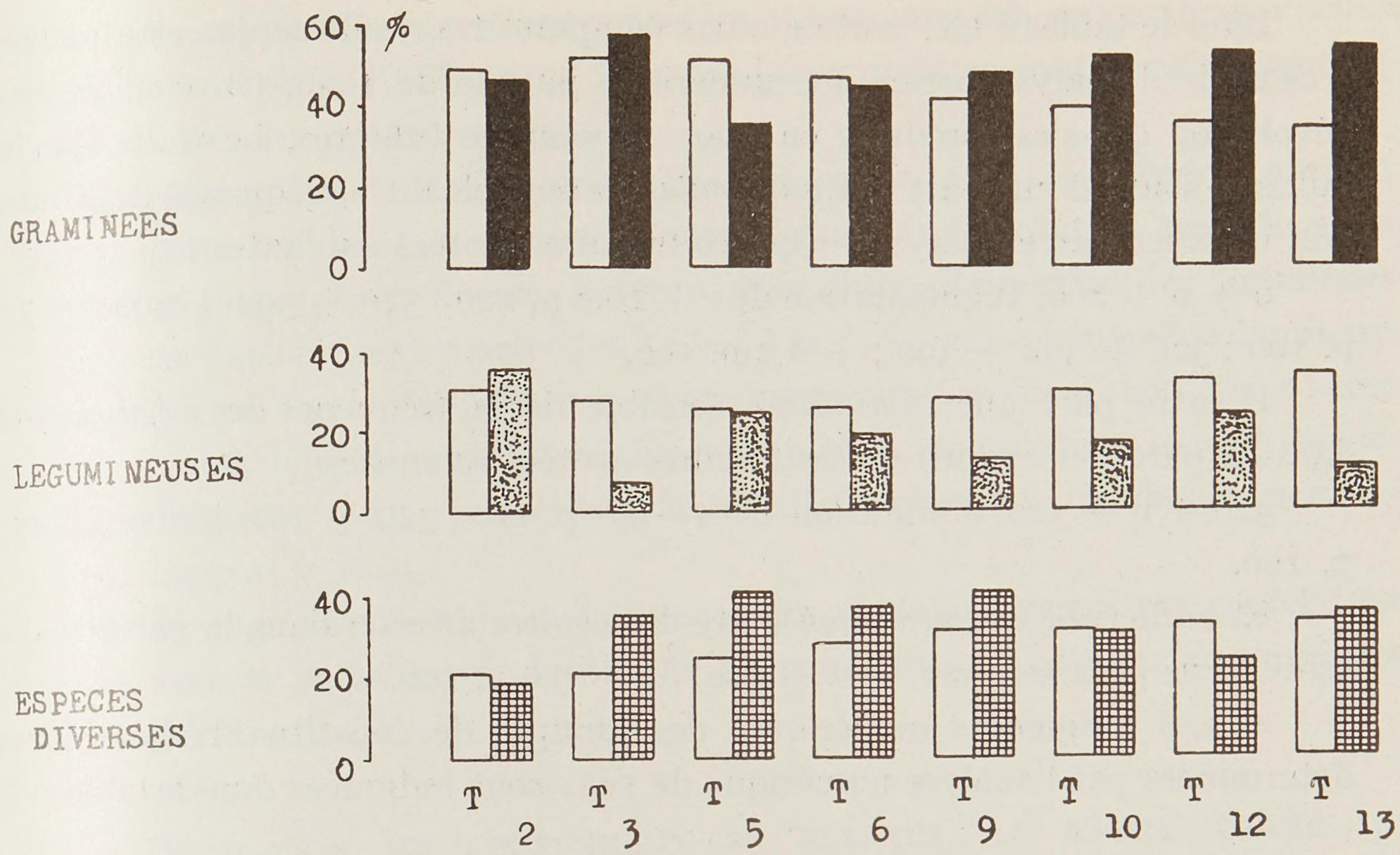


FIG. 9. — Physionomie botanique numérique des parcelles et de leur témoin T 1952

I. — Variations de la fréquence numérique des groupes de constituants botaniques, graminées, légumineuses, espèces diverses, suivant les fumures, de 1949 à 1952.

1) Les fréquences numériques des groupes de constituants botaniques, déterminées par l'analyse numérique de 1950 sont indiquées dans les Tableaux IX, X, XII.

TABLEAU IX

Evolution des p. 100 des constituants botaniques des parcelles et évolution du degré de qualité QG, en 1 an
(à partir des résultats des Analyses Botaniques Numériques de 1949 et 1950)

N° parcelles	Analyse botanique initiale *1949*			Analyse botanique après 1 an *1950*			Sens et amplitude variation *1949-1950*			Degré Qualité QG	
	graminées	légumineuses	divers	graminées	légumineuses	divers	graminées	légumineuses	divers	*1949*	*1950*
1	45,6	28,1	26,3	42,4	32,8	24,8	— 3,2	+ 4,7	— 1,5	5,80	6,60
2	44,6	30,7	24,7	46,7	27,8	25,5	+ 2,1	— 2,9	+ 0,8	6,37	6,47
3	41,9	22,4	35,7	52,7	16,6	30,7	+ 10,8	— 5,8	— 5,0	5,85	6,29
4	48,7	23,1	28,2	45,0	21,5	33,4	— 3,7	— 1,6	+ 5,3	6,41	6,41
5	36,5	25,4	38,1	39,4	22,9	37,7	+ 2,9	— 2,5	— 0,4	5,80	5,97
6	42,3	22,3	35,4	42,6	17,9	39,5	+ 0,3	— 4,4	+ 4,1	5,61	5,95
7	39,3	28,5	32,2	36,5	25,5	38,0	— 2,8	— 3,0	+ 5,8	5,97	5,84
9	43,3	22,4	34,3	38,6	23,7	37,7	— 4,7	+ 1,3	+ 3,4	5,95	6,15
10	47,6	28,3	24,1	54,5	23,7	21,8	+ 6,9	— 4,6	— 2,3	6,45	6,80
11	43,2	25,4	31,3	39,6	23,7	36,7	— 3,6	— 1,7	+ 5,3	6,13	6,20
12	47,9	24,8	27,3	56,1	13,1	30,7	+ 8,2	— 11,7	+ 3,5	6,15	6,65
13	61,2	24,5	14,3	61,8	14,9	23,3	+ 0,6	— 9,6	+ 9,0	7,06	7,14
14	56,6	26,4	17,0	52,7	25,9	21,4	— 3,9	— 0,5	+ 4,4	7,10	7,01

Dans le tableau IX, sont en outre comparés les résultats de cette analyse, à ceux de l'analyse botanique numérique initiale de 1949. On connaît ainsi l'évolution qui s'est produite en 1 an, suivant les fumures. Les faits les plus saillants sont : d'une part une *augmentation* sensible de la fréquence des *Graminées* dans les parcelles ayant reçu les fumures azotées suivantes :

0 + 0 + 200, augmentation de : + 10,8 p. 100 ; 320 + 392 + 200 ; + 7,2 p. 100 ; 320 + 392 + 300 ; + 8,2 p. 100.

D'autre part une *diminution* sensible de la fréquence des *Légumineuses* dans les parcelles ayant reçu les fumures azotées suivantes :

320 + 0 + 200, diminution de — 9,6 p. 100 ; 320 + 392 + 200 ; — 11,7 p. 100.

Et enfin, une *augmentation* nette des *espèces diverses* dans la parcelle avec azote, sans potasse : 320 + 0 + 200, de + 9,0 p. 100.

2) Les fréquences numériques des groupes de constituants botaniques, déterminées par l'analyse numérique de 1951 sont indiquées dans le tableau X.

TABLEAU X

Evolution des p. 100 des constituants botaniques des parcelles et évolution du degré de qualité QG, en 2 ans
(à partir des résultats des Analyses Botaniques Numériques de 1949 et 1951)

N° parcelles	Analyse botanique initiale *1949*			Analyse botanique après 2 ans *1951*			Sens et amplitude variation *1949-1951*			Degré Qualité QG	
	graminées	légumineuses	divers	graminées	légumineuses	divers	graminées	légumineuses	divers	*1949*	*1951*
1	45,6	28,1	26,3	45,9	26,7	27,4	+ 0,3	— 1,3	+ 1,1	5,80	6,60
2	44,6	30,7	24,7	42,4	35,6	22,0	— 2,2	+ 4,9	— 2,7	6,37	6,62
3	41,9	22,4	35,7	53,7	9,5	36,8	+ 11,8	— 12,9	+ 1,1	5,85	5,85
4	48,7	23,1	28,2	43,6	30,2	26,2	— 5,1	+ 7,1	— 2,0	6,41	6,64
5	36,5	25,4	38,1	30,0	22,6	47,4	+ 6,5	— 2,8	+ 9,3	5,80	5,50
6	42,3	22,3	35,4	36,4	20,5	43,1	— 5,9	— 1,8	+ 6,2	5,61	5,61
7	39,3	28,5	32,2	36,3	25,3	38,4	— 3,0	— 3,2	+ 6,2	5,97	6,02
9	43,3	22,4	34,3	36,8	16,2	47,0	— 6,5	— 6,2	+ 12,7	5,95	5,72
10	47,6	28,3	24,1	37,6	22,3	40,1	— 10,0	— 6,0	+ 16,0	6,45	5,98
11	43,2	25,4	31,3	29,3	22,9	47,8	— 13,9	— 2,5	+ 6,5	6,13	5,62
12	47,9	24,8	27,3	41,7	13,1	45,2	— 6,2	— 11,7	+ 17,9	6,15	5,74
13	61,2	24,5	14,3	53,8	10,7	35,5	— 7,5	— 13,8	+ 21,2	7,06	5,92
14	56,6	26,4	17,0	43,0	36,2	20,8	— 13,6	+ 9,8	+ 3,8	7,10	7,02

L'augmentation de la fréquence numérique des *Graminées* constatée en 1950 dans le cas de la fumure azote seul (0 + 0 + 200), persiste, avec la même importance, tandis que dans cette même parcelle la diminution du p. 100 des *Légumineuses* s'accentue (— 5,8 p. 100 en 1950 ; — 12,9 p. 100 en 1951). C'est la seule fumure chez laquelle on constate une diminution continue de la proportion des Légumineuses.

Dans le cas des fumures PK : 320 + 392 + 0 et 128 + 147 + 0, l'augmentation du p. 100 des Légumineuses est nette, de l'ordre de + 4,9 p. 100 à + 7,1

p. 100, par rapport à 1949. Dans toutes les autres parcelles, en particulier celles à fumure complète PKN, les p. 100 des Légumineuses sont sensiblement de l'ordre de ceux constatés en 1950.

Une légère augmentation du p. 100 des *espèces diverses* s'observe avec la fumure azote seul (0 + 0 + 200). Tandis qu'une augmentation sensible de la proportion des espèces diverses accompagnée d'une diminution des Graminées se constate dans toutes les parcelles, de la 5 à la 14. C'est le phénomène dominant dans l'essai en 1951. En 1950 une légère augmentation du p. 100 des espèces diverses avait déjà été enregistrée. En 1951 cette augmentation devient importante, atteignant + 17,9 p. 100 dans la parcelle 12 et 21,2 p. 100 dans la parcelle 13, par rapport à 1949.

Cette augmentation de la fréquence des espèces diverses est en relation directe avec la variation de la densité du peuplement. Ces deux phénomènes méritent d'être étudiés.

A. — Variation du peuplement en plantes, au mètre carré de 1949 a 1952

Si on compare les densités de peuplement au cours des 3 années (Tableau XIII) sur l'ensemble des parcelles, on observe une diminution sensible de la densité de peuplement en 1950. En 1951, au contraire, une augmentation de cette densité, qui devient supérieure à celle de 1949 principalement dans les parcelles 7 à 14, situées du côté Ouest de la prairie.

En 1952, la densité du peuplement devient presque partout supérieure à celle de 1949, mais tend à diminuer légèrement dans les parcelles 7 à 14 dont la densité s'était considérablement élevée en 1951.

B. — Augmentation du p. 100 des espèces diverses en 1951

Les parcelles dans lesquelles la densité de peuplement s'est le plus accrue en 1951 sont celles où le p. 100 des espèces diverses a le plus augmenté (tableaux XIII et XIV). L'augmentation de la densité est due principalement à la multiplication des plantes diverses, autres que Graminées ou Légumineuses.

Deux questions se posent : Y-a-t-il des espèces dont la multiplication a été plus considérable que d'autres ?

Quelles sont les causes de cette augmentation inattendue ?

L'étude des variations de la fréquence des différentes espèces botaniques dans les parcelles 5 (sans engrais) et 12 (fumure complète maxima) (tableau XIV) permet de répondre à ces deux questions de la manière suivante :

Certaines espèces n'ont progressé que dans la parcelle sans engrais, ce sont : les *Gaillets*, *Plantains*, *Salsifis* et *Renoncules*, dont les augmentations respectives sont de l'ordre de + 22 p. 100 ; + 140 p. 100 ; + 30 p. 100. Tandis que dans la parcelle à fumure complète maxima PKN (320 + 392 + 200) ces 4

TABLEAU

Physionomie botanique numérique

(% de fréquence des espèces par rapport au nombre total

N° Parcelle	Sous-parcelle	GRAMINÉES										% total graminées	LÉGUMINEUSES				
		Dactyle	Houlque	Fromental	Fétuques	Poa	Ray-Grass anglais	Ray-Grass italien	Avoine pubescente	Avoine jaunâtre	Diverses		Trèfle violet	Trèfle blanc	Lotiers	Vesces	Luzerne et diverses
1	N	7,3	0,6	9,1	1,7	12,5	10,0	3,0	0,3	—	—	44,5	10,0	18,4	3,5	0,1	—
	S	4,4	0,2	14,2	1,5	20,3	5,4	0,3	—	0,5	—	46,9	11,3	21,4	1,1	0,1	—
	Moy.	5,8	0,4	11,7	1,6	16,4	7,7	1,7	0,1	0,3	—	*45,7*	10,6	19,9	2,3	0,1	—
2	N	8,7	2,3	7,5	6,2	4,0	9,7	2,7	—	—	—	41,2	3,5	23,8	10,0	—	—
	S	6,7	—	16,0	12,0	14,0	1,3	—	—	—	0,7	50,7	10,0	21,7	1,7	0,3	—
	Moy.	7,7	1,1	11,8	9,1	9,0	5,5	1,3	—	—	0,4	*45,9*	6,8	22,7	5,9	0,2	—
3	N	11,7	4,4	6,7	1,5	10,2	2,1	1,9	—	—	—	38,6	3,2	0,8	5,2	0,8	—
	S	5,4	2,0	22,4	5,4	26,8	0,6	—	—	—	12,7	75,3	2,0	2,2	0,6	—	—
	Moy.	8,5	3,2	14,6	3,4	18,5	1,4	0,9	—	—	6,4	*56,9*	2,6	1,5	2,9	0,4	—
4	N	4,6	0,8	5,3	1,8	15,3	17,7	2,5	—	—	—	48,1	7,2	10,3	8,1	0,1	—
	S	7,6	—	14,4	5,1	15,1	14,6	—	—	—	2,8	59,7	9,7	13,5	1,2	0,5	—
	Moy.	6,1	0,4	9,8	3,5	15,2	16,1	1,3	—	—	1,4	*53,9*	8,4	11,9	4,7	0,3	—
5	N	4,1	2,1	3,9	5,9	9,6	1,0	—	—	—	—	26,7	4,2	5,2	17,1	0,5	—
	S	8,5	0,2	9,3	0,1	14,5	4,4	1,4	—	—	5,1	43,5	12,1	6,6	2,9	—	—
	Moy.	6,3	1,1	6,6	3,0	12,1	2,7	0,7	—	—	2,6	*35,1*	8,1	5,9	10,0	0,3	—
6	N	5,3	2,5	7,4	1,1	4,2	23,1	1,8	—	—	—	45,2	6,4	3,5	6,8	—	—
	S	2,7	—	24,4	0,2	10,1	3,3	—	—	—	1,7	42,3	2,4	15,4	3,0	—	—
	Moy.	4,0	1,3	15,9	0,6	7,1	13,2	0,9	—	—	0,9	*43,7*	4,4	9,5	4,9	—	—
7	N	5,9	0,2	5,4	2,0	6,6	18,0	3,3	—	—	0,6	42,0	8,5	12,3	6,1	—	—
	S	4,1	1,4	16,2	0,3	13,6	4,9	—	—	—	2,2	42,7	5,8	18,6	0,5	0,3	—
	Moy.	5,0	0,8	10,8	1,1	10,1	11,4	1,6	—	—	1,4	*42,3*	7,1	15,4	3,3	0,1	—
9	N	5,1	2,9	6,1	1,9	4,6	21,7	2,1	—	—	—	44,6	4,3	7,6	3,9	0,5	—
	S	2,9	2,4	12,5	0,7	11,5	17,9	—	—	—	2,0	50,0	2,2	5,2	1,1	—	—
	Moy.	4,0	2,6	9,3	1,3	8,05	19,8	1,05	—	—	1,0	*47,3*	3,2	6,4	2,5	0,2	—
10	N	6,8	0,6	8,9	1,9	8,6	24,7	4,9	—	—	—	56,4	9,4	8,4	0,1	—	—
	S	4,4	0,7	16,8	0,1	12,2	12,1	—	—	—	—	46,2	4,4	12,1	0,5	—	—
	Moy.	5,6	0,6	12,8	1,0	10,4	18,4	2,4	—	—	—	*51,3*	6,9	10,2	0,3	—	—
11	N	5,3	0,8	2,8	1,1	3,3	17,4	4,4	—	—	—	35,0	8,1	15,4	12,0	—	—
	S	5,8	0,3	11,7	1,7	5,1	14,4	—	—	—	—	39,0	4,9	19,6	3,1	—	—
	Moy.	5,5	0,5	7,2	1,4	4,2	15,9	2,2	—	—	—	*37,0*	6,5	17,5	7,5	—	—
12	N	8,4	0,3	8,0	4,7	7,1	16,1	7,0	—	—	—	51,6	4,2	22,2	—	—	—
	S	7,9	2,4	16,5	4,6	8,3	12,9	—	—	—	—	52,5	4,7	16,5	0,4	—	—
	Moy.	8,1	1,3	12,2	4,6	7,7	14,5	3,5	—	—	—	*52,0*	4,4	19,3	0,2	—	—
13	N	10,6	1,2	8,2	5,5	3,0	27,3	5,1	—	—	—	60,9	5,5	3,7	0,5	—	—
	S	6,6	—	10,4	8,6	6,3	14,4	—	—	—	—	46,2	2,6	9,3	—	—	—
	Moy.	8,6	0,6	8,3	7,0	4,6	20,8	2,5	—	—	—	*53,5*	4,0	6,5	0,2	—	—
14	N	4,5	—	10,2	0,7	5,3	5,0	2,0	—	—	—	27,7	4,0	31,8	—	—	—
	S	13,6	—	11,4	0,8	6,6	4,7	0,1	—	—	—	37,3	10,3	19,2	2,4	—	—
	Moy.	9,0	—	10,8	0,7	5,9	4,8	1,05	—	—	—	*32,5*	7,1	25,5	1,2	—	—

XI

des sous-parcelles 1952

des individus dans chaque sous-parcelle de 100 × 100 cm²)

% total Légumineuses	ESPPCES DIVERSES											% taotl espèces diverses	Nombre d'individus de la sous-parcelle
	Gaillets	Barkhausia	Taraxacum	Panais	Plantains	Salsifis	Carottes	Renoncules	Achillées	Rumex	Véroniques et Diverses		
32,0	2,4	12,0	0,3	1,5	4,0	1,3	0,3	1,7	—	—	—	23,5	668
33,9	5,1	1,4	6,4	0,2	3,8	1,3	0,8	—	0,1	—	—	19,2	901
32,9	3,7	6,7	3,4	0,8	3,9	1,3	0,5	0,4	0,1	—	—	21,4	
37,3	5,6	4,2	3,8	1,0	1,7	1,3	0,2	3,8	—	—	—	21,5	773
33,2	1,3	5,0	5,0	—	2,1	0,1	0,8	1,7	0,1	—	—	16,1	720
35,5	3,4	4,6	4,4	0,5	1,9	0,7	0,5	2,8	0,1	—	—	18,9	
10,0	0,1	33,5	7,9	1,3	6,0	0,5	0,1	2,0	—	—	—	51,4	848
4,7	0,1	6,2	5,6	0,1	7,2	0,1	0,3	0,3	—	—	—	20,0	691
7,4	0,1	19,8	6,8	0,7	6,6	0,3	0,2	1,2	—	—	—	35,7	
25,8	2,1	15,7	3,1	0,7	3,6	0,5	0,3	0,3	—	—	—	26,1	993
24,8	—	3,7	5,0	0,5	3,4	—	0,8	1,3	0,8	—	—	15,5	761
25,3	1,0	9,7	4,1	0,6	3,5	0,3	0,5	0,8	0,4	—	—	20,8	
27,0	4,7	32,5	2,7	0,3	1,0	2,1	2,1	1,0	—	—	—	46,3	1 067
21,6	5,0	15,6	3,0	—	6,8	0,4	2,6	0,4	1,1	—	—	34,9	803
24,3	4,8	24,1	2,8	0,2	3,9	1,2	2,3	0,7	0,6	—	—	40,6	
16,7	5,0	15,0	7,6	1,3	6,2	1,4	0,3	1,1	—	—	—	38,1	909
20,8	2,7	14,2	9,9	—	0,3	0,5	0,8	0,1	7,7	0,6	—	36,9	634
18,8	3,8	14,6	8,7	0,7	3,3	0,9	0,6	0,6	3,8	0,3	—	37,5	
27,0	2,6	11,4	5,5	4,2	4,1	0,8	0,6	1,9	—	—	—	31,0	902
25,2	8,3	6,1	10,2	—	4,2	0,6	1,6	0,6	0,1	0,4	—	32,1	771
26,1	5,4	8,7	7,8	2,1	8,1	0,7	1,1	1,2	0,05	0,2	—	31,5	
16,3	10,8	8,8	7,0	0,6	4,2	0,9	4,8	2,2	—	—	—	39,1	933
8,5	9,3	12,5	14,3	0,1	3,0	0,4	0,6	0,6	0,8	—	—	41,5	697
12,4	10,05	10,6	10,6	0,3	3,6	0,6	2,7	1,4	0,4	—	—	40,3	
17,9	0,6	9,0	7,9	0,3	6,5	0,1	0,4	0,9	—	—	—	25,7	797
17,0	6,0	11,0	3,2	0,2	14,4	0,2	0,8	—	0,7	0,2	—	36,8	835
17,5	3,3	10,0	5,5	0,2	10,4	0,1	0,6	0,4	0,3	0,1	—	31,2	
35,6	1,2	13,2	6,9	1,5	3,0	1,3	1,1	1,2	—	—	—	29,4	1 043
27,5	6,1	5,9	6,3	0,3	10,2	0,8	1,4	0,9	1,2	0,3	—	33,5	876
31,5	3,6	9,5	6,6	0,9	6,6	1,0	1,2	1,0	0,6	0,1	—	31,5	
26,4	—	13,3	4,3	—	2,8	0,4	0,6	0,3	—	0,3	—	22,0	762
21,6	0,7	11,9	7,2	—	4,4	0,7	0,8	0,1	—	—	—	25,9	746
24,0	0,3	12,6	5,7	—	3,6	0,5	0,7	0,2	—	0,1	—	24,0	
9,8	0,4	17,2	4,3	0,4	5,1	0,9	—	—	0,1	1,1	—	29,3	758
11,8	0,3	22,0	5,5	0,3	11,9	—	1,4	0,3	—	0,1	—	42,0	921
10,8	0,3	19,6	4,9	0,3	8,5	0,4	0,7	0,1	0,05	0,6	—	35,7	
35,7	3,5	21,1	9,7	0,2	1,1	0,5	0,1	0,3	—	—	—	36,6	798
31,9	1,7	16,4	6,4	0,1	5,8	0,1	0,1	0,3	—	—	—	30,8	709
33,8	2,6	18,7	8,0	0,1	3,4	0,3	0,1	0,3	—	—	—	33,7	

Tableau XII

Evolution des p.100 des constituants botaniques des parcelles et évolution du degré de qualité QG, en 3 ans
(à partir des résultats des Analyses Botaniques Numériques de 1949 et 1952)

N° parcelles	Analyse botanique initiale *1949*			Analyse botanique après 3 ans *1952*			Sens et amplitude variation *1949-1952*			Degré Qualité QG	
	graminées	légumineuses	divers	graminées	légumineuses	divers	graminées	légumineuses	divers	*1949*	*1952*
1	45,6	28,1	26,3	45,9	32,6	21,5	+ 0,3	+ 4,5	— 4,8	5,80	6,86
2	44,6	30,7	24,7	45,9	35,2	18,9	+ 1,3	+ 4,5	— 5,8	6,37	6,76
3	41,9	22,4	35,7	57,0	7,3	35,7	+ 15,1	— 15,1	0,0	5,85	5,87
4	48,7	23,1	28,2	53,9	25,3	20,8	+ 5,2	+ 2,2	— 7,4	6,41	6,96
5	36,5	25,4	38,1	35,1	24,3	40,6	— 1,4	— 1,1	+ 2,5	5,80	5,82
6	42,3	22,3	35,4	43,7	18,8	37,5	+ 1,4	— 3,5	+ 2,1	5,61	6,01
7	39,3	28,5	32,2	42,3	26,1	31,6	+ 3,0	— 2,4	— 0,6	5,97	6,37
9	43,3	22,4	34,3	47,3	12,4	40,3	+ 4,0	— 10,0	+ 6,0	5,95	5,99
10	47,6	28,3	24,1	51,3	17,5	31,2	— 3,7	— 10,8	+ 7,1	6,45	6,45
11	43,2	25,4	31,3	37,0	31,5	31,5	— 6,2	+ 6,1	+ 0,2	6,13	6,43
12	47,9	24,8	27,3	52,0	24,0	24,0	+ 4,1	— 0,8	— 3,3	6,15	6,67
13	61,2	24,5	14,3	53,5	10,8	35,7	— 7,7	— 13,7	+ 21,4	7,06	6,05
14	56,6	26,4	17,0	32,5	33,8	33,7	— 24,1	+ 7,4	+ 16,7	7,10	6,43

Tableau XIII

Variation p. 100 de la densité de peuplement de 1949 à 1952
(suivant les parcelles, par rapport à la densité initiale de 1949)

Parcelles	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14
1949	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1950	76,4	63,4	61,2	96,8	75,4	82,9	91,7	104,2	71,6	96,7	66,8	97,3	92,8
1951	92,5	77,0	61,2	118,8	85,2	96,5	114,3	118,5	129,0	155,3	127,6	124,0	173,7
1952	104,8	94,5	91,7	124,5	109,0	120,6	112,0	120,6	110,2	137,3	109,7	130,2	111,0

Tableau XIV

Variation de la fréquence numérique p. 100 des espèces diverses de 1949 à 1951 dans les parcelles sans engrais et PKN (320 + 392 + 200)

N° Parcelles	Gaillets	Barkhausia + Taraxacum	Panais	Plantains	Salsifis	Carottes	Renoncules	Achillées	Rumex	Véroniq. + Divers
Parcelle 5	+ 22	+ 43	— 80	+ 140	+ 30	— 54	=	— 35	+ 25	—
Parcelle 12	— 85	+ 123	+ 83	— 20	— 30	— 72	— 70	+	=	=

Parcelle 5 = Parcelle sans engrais Parcelle 12 = Parcelle PKN (320 + 392 + 200).

espèces ont regressé de — 85 p. 100 ; — 83 p. 100 ; — 30 p. 100 et — 70 p. 100 ; par rapport à 1949.

Au contraire, les espèces *Barkhausia* et *Taraxacum* présentent une forte augmentation numérique à la fois dans la parcelle sans engrais (de l'ordre de + 43 p. 100) et dans la parcelle à fumure maxima (+ 123 p. 100) (tableau XV).

TABLEAU XV

Fréquence numérique p. 100 des espèces diverses : Barkhausia + Taraxacum en 1949, 1950, 1951 (1)

Parcelles	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14
1949	11,0	13,4	19,3	14,8	21,3	15,2	12,7	15,5	8,3	16,6	18,4	5,0	4,2
1950	9,6	11,8	19,8	15,7	19,1	14,2	12,7	16,3	10,9	20,9	21,7	11,2	8,4
1951	13,8	12,2	*25,7*	*17,4*	*30,2*	*27,8*	*20,7*	*26,7*	*22,4*	*31,0*	*41,1*	*25,7*	*16,1*
% d'augment. $\frac{1951}{1949}$	+ 25	— 9	+ 33	+ 17	+ 41	+ 82	+ 62	+ 72	+ 160	+ 86	+ 123	+ 410	+ 380

(1) % par rapport à la fréquence totale des espèces.

On peut donc écarter le facteur fumure de la responsabilité de l'accroissement des *Barkhausia* et *Taraxacum*. Quelle en est donc la raison ?

Les observations effectuées les années antérieures sur la végétation des parcelles à chaque coupe permettent d'en déterminer la cause. En effet, au paragraphe des observations sur la végétation de la 4e coupe de 1949 on lit, pour la parcelle 5 (sans engrais) : « Les *Barkhausia* paraissent dominer, ils se trouvent au stade de la dissémination des graines, la coupe les *disséminera* », tandis que dans les autres parcelles il est noté peu ou pas de *Barkhausia* en capitules, par exemple dans les parcelles 10, 12, 13, 14.

L'accroissement du nombre des individus de *Barkhausia* et *Taraxacum* dans les parcelles de 7 à 14, constaté en 1951, provient de la dissémination naturelle des semences de ces composées parvenues à maturité au moment de la 4e coupe de 1949 dans la parcelle sans fumure minérale, dont la végétation était moins vigoureuse et à un stade physiologique plus avancé que celle des autres parcelles ayant reçu les diverses fumures.

Cet accroissement de ces espèces botaniques n'a pas fait l'objet de constatations en 1950 parce que l'analyse botanique numérique de 1950 a été effectuée en mars, avant la naissance des jeunes plantules, tandis qu'en 1951, les plantules développées dans le courant de l'année 1950 étaient bien notables.

De toutes ces constatations ressort l'utilité des *analyses botaniques numériques* bien que les résultats n'aient qu'une valeur approximative du fait des imperfections de ces méthodes d'analyses. Cependant, les analyses pondérales,

si elles avaient été réalisées seules, n'auraient pu permettre que d'enregistrer un accroissement, en poids, de la proportion des espèces diverses de certaines parcelles, sans qu'on puisse en déceler les espèces responsables, et par suite la cause.

Ces constatations montrent également l'utilité d'enregistrer des *observations précises* sur la végétation au moment de chaque coupe.

3) Maintenant, grâce aux résultats de l'analyse botanique numérique de 1952, il est possible de suivre *l'évolution des fréquences numériques des constituants botaniques de* 1949 *à* 1952 *suivant les fumures* (figures 7, 8 et 9).

TABLEAU XVI

Evolution des fréquences numériques des constituants botaniques suivant les fumures, de 1949 à 1952

N° parcelles et fumures	GRAMINÉES				LÉGUMINEUSES				ESPÈCES DIVERSES			
	1949	1950	1951	1952	1949	1950	1951	1952	1949	1950	1951	1952
T 1	45,6	42,4	45,9	45,9	28,1	32,8	26,7	32,6	26,3	24,8	27,4	21,5
2 *PK* : 320 + 392	44,6	46,7	42,4	45,9	30,7	27,8	35,6	35,2	24,7	25,5	22,0	18,9
T 4	48,7	45,0	43,6	53,9	23,1	21,5	30,2	25,3	28,2	33,4	26,2	20,8
3 *N* 0 + 0 + 200	41,9	52,7	53,7	57,0	22,4	16,6	9,5	7,3	35,7	30,7	36,8	35,7
T 7	39,3	36,5	36,3	42,4	28,5	25,5	25,3	26,1	32,2	38,0	38,4	31,5
5 *O*	36,5	39,4	30,0	35,1	25,4	22,9	22,6	24,3	38,1	37,7	47,4	40,6
T 11	43,2	39,6	29,3	37,0	25,4	23,7	22,9	31,5	31,3	36,7	47,8	31,5
12 *PKN* : 320 + 392 + 200	47,9	56,1	41,7	52,0	24,8	13,1	13,2	24,0	27,3	30,7	45,1	24,0
T 14	56,6	52,7	42,9	32,5	26,4	25,9	36,3	33,8	17,0	21,4	20,8	33,7
13 *PN* : 320 + 0 + 200	61,2	61,8	53,8	53,5	24,5	14,9	10,7	10,8	14,3	23,3	35,5	35,7

Dans le tableau XVI on a rapproché, d'une part les valeurs p. 100 des fréquences numériques des catégories de constituants botaniques : Graminées, Légumineuses, espèces diverses, observées de 1949 à 1952 suivant les fumures, et d'autre part les valeurs enregistrées chez les témoins correspondants PK.

Suivant les fumures, on constate une évolution plus ou moins marquée de telle ou telle catégorie de constituants botaniques.

Chez la parcelle qui a reçu la fumure minérale témoin pendant 3 ans on remarque une certaine stabilité de la fréquence numérique de toutes les catégories de constituants botaniques, aucune évolution ne se manifeste nettement.

Dans le cas de la formule *PK* la plus forte (320 + 392 + 0) on constate seulement une légère augmentation des Légumineuses et une diminution, légère aussi, des espèces diverses.

Plus nettement marquées sont les évolutions des fréquences numériques des catégories de constituants botaniques observées avec les formules *PKN* (320 + 392 + 200), *PN* (320 + 0 + 200) et *Azote seul* (0 + 0 + 200).

Dans le cas de la formule *PKN* ci-dessus, la fréquence numérique des Graminées augmente, de 48,9 à 52,0 p. 100 de 1949 à 1952. Celle des Légumineuses se maintient entre 24,8 et 24,0 p. 100. Celle des espèces diverses diminue légèrement, de 27,3 à 24,0 p. 100.

Dans le cas de la formule *PN* (320 + 0 + 200) à forte dose de P_2O_5 et d'Azote, mais sans Potasse, la fréquence numérique des Graminées diminue, de 61,2 à 53,8 p. 100 ; celle des Légumineuses diminue aussi de 24,5 à 10,7 p. 100. Celle des espèces diverses, par contre, augmente de 14,3 à 35,7 p. 100.

La formule *Azote seul* (0 + 0 + 200) pendant 3 ans, provoque l'augmentation régulière de la fréquence numérique des Graminées de 41,9 à 57,0 p. 100 tandis que celle des Légumineuses diminue fortement, de 22,4 à 7,3 p. 100 et que celle des espèces diverses demeure stationnaire.

II. — Variations des fréquences numériques des différentes espèces botaniques, de 1949 à 1952, suivant les fumures

La comparaison entre les fréquences numériques des différentes espèces botaniques de 1949 à 1952, permet de constater d'importantes variations *suivant les espèces botaniques et les fumures* (Tableau XVII) (fig. 10, 11 et 12).

En ce qui concerne les *Graminées* : le *Dactyle* est en diminution chez les témoins PK, la forte fumure PK (320 + 392 + 0), et surtout chez la formule sans Potasse (320 + 0 + 200). Partout ailleurs c'est-à-dire aussi bien dans la parcelle sans fumure minérale, que dans la parcelle Azote seul (0 + 0 + 200) ou la forte fumure complète PKN (320 + 392 + 200) il se maintient avec les mêmes proportions qu'au début de l'expérimentation.

La *Houlque laineuse* est partout en régression, excepté dans le cas de la fumure Azote seul (0 + 0 + 200).

Le *Fromental* diminue en l'absence de toute fumure minérale, ainsi que dans le cas de l'absence de Potasse : formule PN (320 + 0 + 200). Il se maintient chez les témoins PK et la forte fumure complète PKN (320 + 392 + 200). Il augmente dans le cas de la fumure Azote seul (0 + 0 + 200).

Les *Fétuques, des prés et roseau*, sont en régression dans tout l'ensemble de l'essai ; au contraire les *Poa* et le *Ray-grass anglais* sont en augmentation partout.

TABLEAU XVII

Variations de la fréquence numérique des principales espèces botaniques suivant les formules de fumures de 1949 à 1952

Principales espèces botaniques	Témoins PK (128 + 147 + 0)				PK (320 + 392 + 0)				PKN (320 + 392 + 200)				PN (320 + 0 + 200)				N seul (0 + 0 + 200)				Sans fumure			
	1949	1950	1951	1952	1949	1950	1951	1952	1949	1950	1951	1952	1949	1950	1951	1952	1949	1950	1951	1952	1949	1950	1951	1952
Graminées :																								
Dactyle	10,0	10,3	6,1	6,3	12,7	12,9	9,4	7,7	9,1	12,0	7,1	8,1	14,9	13,9	12,9	8,6	10,6	14,3	13,6	8,5	5,9	8,2	5,7	6,3
Houlque laineuse	0,9	1,0	1,5	0,4	2,1	2,2	2,0	1,1	3,6	2,8	0,7	1,3	2,0	0,8	1,1	0,6	1,9	4,3	5,0	3,2	1,6	5,3	5,4	1,2
Fromental	12,0	7,5	4,6	10,7	8,3	5,7	3,3	11,8	14,3	9,7	5,9	12,2	17,5	9,9	9,7	8,3	10,6	9,7	8,0	14,6	12,5	6,9	3,3	6,6
Fétuques	7,9	5,9	4,7	1,6	17,7	16,5	11,4	9,1	14,3	3,0	2,9	4,6	12,7	5,2	11,0	7,0	6,7	4,0	3,0	3,4	9,0	3,9	2,6	3,0
Poa + Ray-Grass anglais	12,3	15,6	20,9	22,1	2,1	5,3	10,6	14,5	5,8	22,2	22,1	22,2	11,5	30,9	17,8	25,5	8,9	17,4	19,0	19,9	5,1	13,3	12,4	14,8
Légumineuses :																								
Trèfle violet	6,8	7,5	9,0	8,0	4,8	4,5	7,8	6,7	5,5	2,9	2,7	4,5	6,7	4,5	3,7	4,0	2,9	4,4	4,7	2,6	4,9	5,4	8,4	8,2
Trèfle blanc	13,2	15,7	17,6	18,0	18,3	20,7	25,1	22,7	16,0	10,0	10,3	19,4	14,5	9,7	6,8	6,5	14,2	9,7	2,9	1,5	11,9	13,2	9,5	5,9
Lotier	5,5	2,3	1,6	3,7	7,2	2,3	2,7	5,9	3,1	0,2	0,2	0,2	3,3	0,7	0,2	0,3	4,0	1,9	1,3	2,9	7,1	4,3	4,7	10,0
Espèces diverses:																								
Barkhausia + Taraxacum	11,9	16,3	19,9	16,7	13,4	11,8	12,2	9,0	18,4	21,7	41,1	18,3	5,0	11,2	26,8	24,5	19,3	19,8	25,7	26,6	21,3	19,1	30,2	26,4
Panais	2,4	1,7	0,8	0,9	3,2	2,6	1,3	0,5	0,6	0,3	0,1	0,0	2,0	0,9	0,2	0,3	3,0	1,2	1,7	0,7	0,8	0,1	0,2	0,1
Carottes	3,9	5,5	1,9	0,7	3,4	3,4	1,8	0,5	2,6	6,8	0,7	0,7	1,2	2,7	0,5	0,7	4,5	2,0	0,8	0,2	6,1	7,4	2,8	2,3

En ce qui concerne les *Légumineuses*, le *Lotier corniculé* tend à diminuer dans les parcelles qui ont reçu de fortes fumures en P_2O_5 ou en Azote. Il se

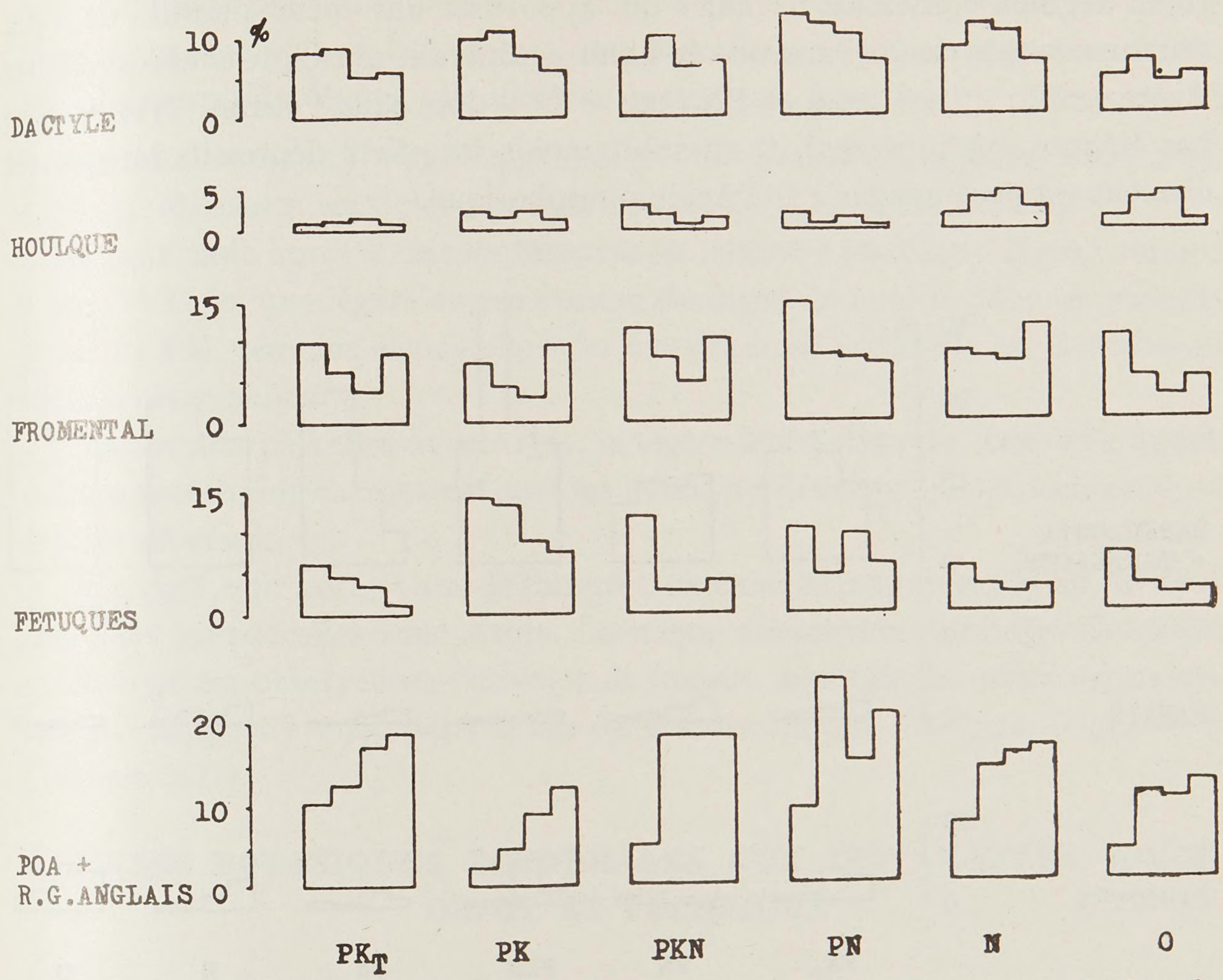


FIG. 10. — Variations de la fréquence numérique des principales espèces botaniques suivant les formules de fumures de 1949 à 1952
1° Graminées

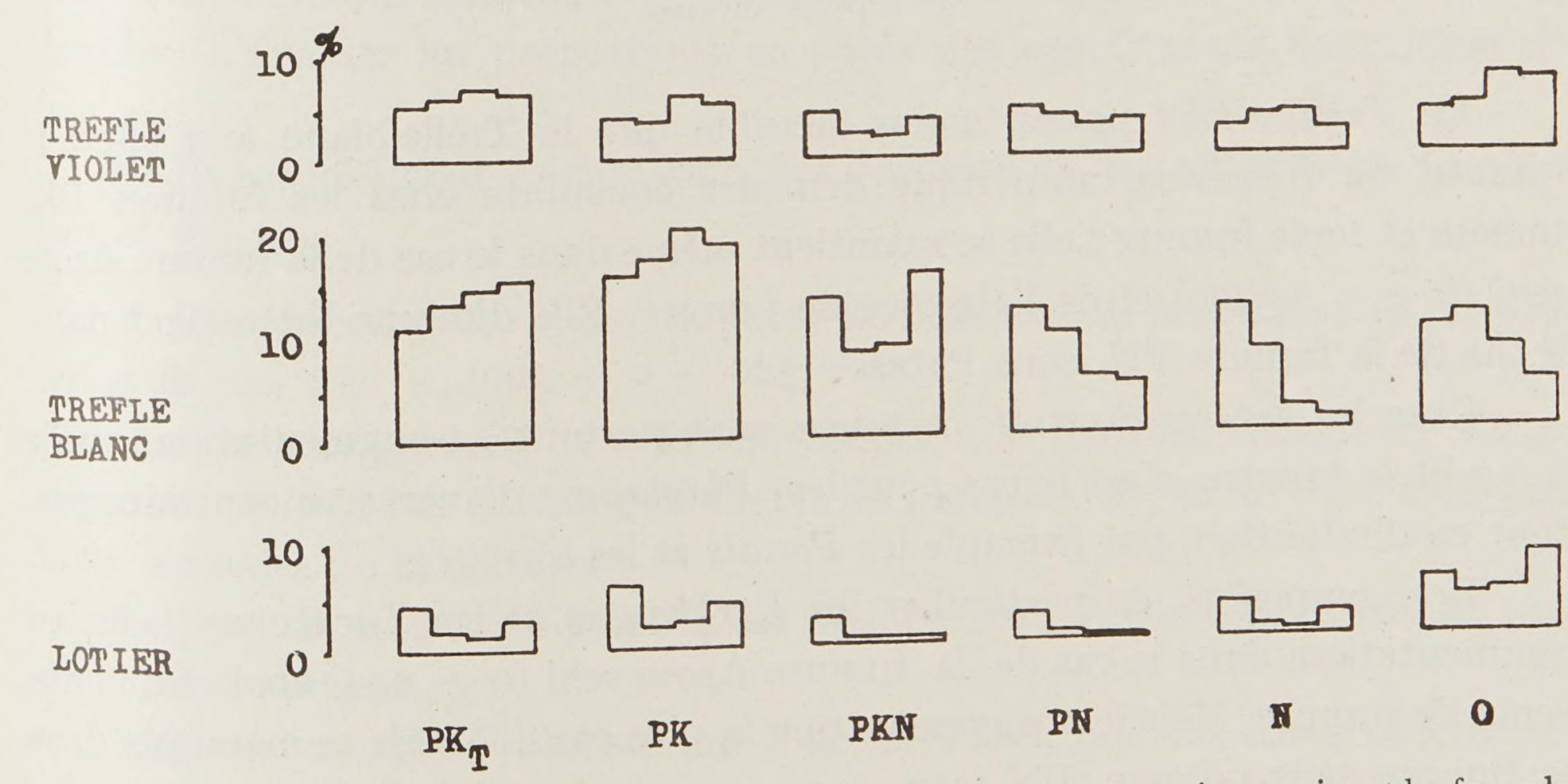


FIG. 11. — Variations de la fréquence numérique des principales espèces botaniques suivant les formules de fumures de 1949 à 1952
2° Légumineuses

maintient en l'absence de fumure. C'est la légumineuse qui paraît la plus rustique.

Le *Trèfle blanc*, au contraire, semble être la Légumineuse la plus exigeante, la plus capable de tirer profit des fortes fumures. Sa fréquence numérique augmente chez les formules qui apportent une forte quantité de P_2O_5, diminue dans le cas de l'absence de fumure minérale, ainsi que chez les fumures Azote seul (0 + 0 + 200) et PN (320 + 0 + 200) sans Potasse. Très éprouvé par l'Azote appliqué seul, il en subit moins les effets dépressifs lorsque cet élément est accompagné par l'Acide phosphorique.

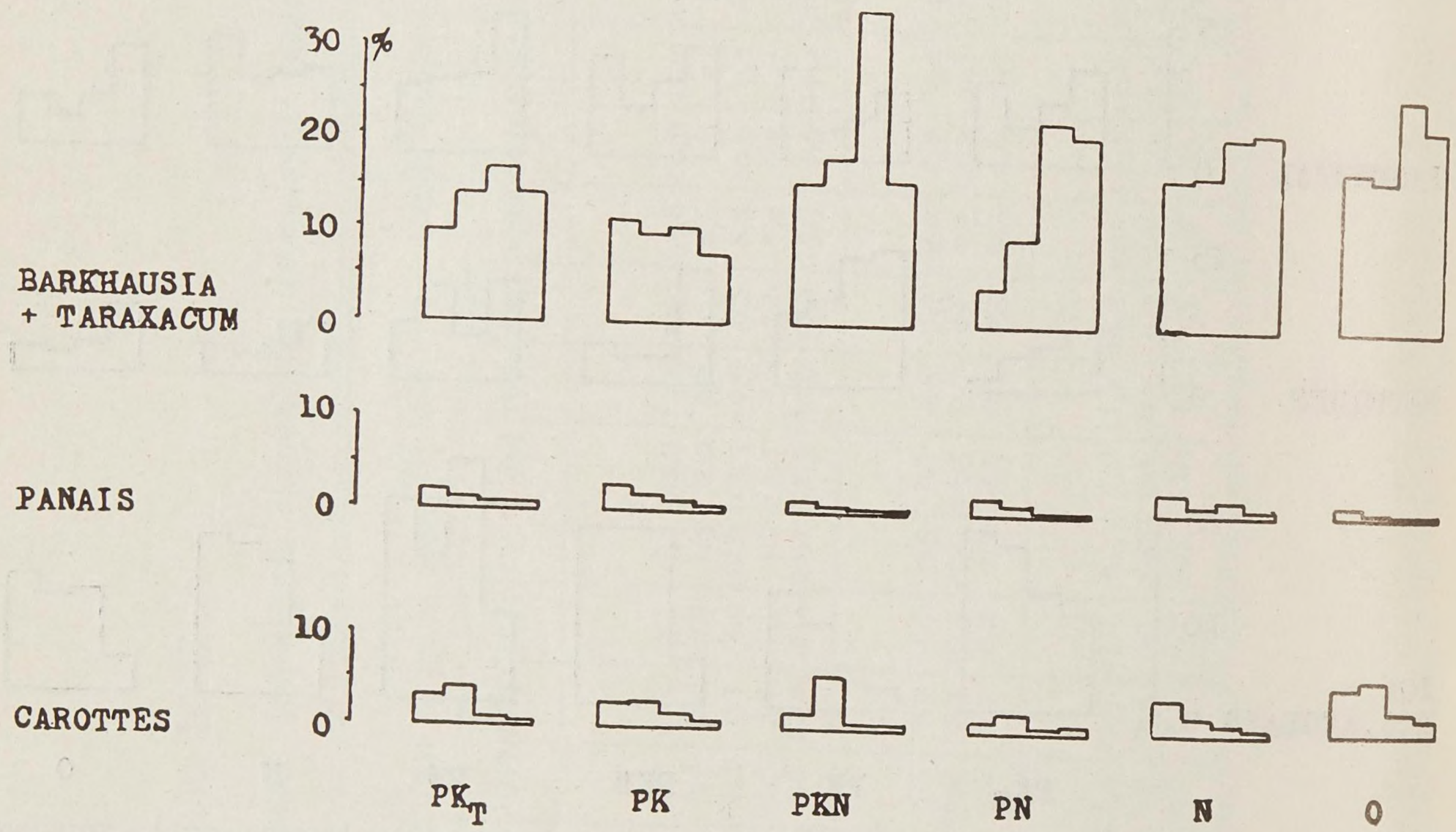


FIG. 12. — Variations de la fréquence numérique des principales espèces botaniques suivant les formules de fumures de 1949 à 1952
3° Espèces diverses

Le *Trèfle violet* paraît moins sensible que le Trèfle blanc aux effets de l'Azote. Sa fréquence numérique demeure constante chez les fumures PK, témoin et forte fumure ; elle se maintient même dans le cas de la fumure Azote seul (0 + 0 + 200) et de l'absence de fumure. Elle diminue légèrement dans le cas de la fumure PN, sans Potasse (320 + 0 + 200).

Chez les *espèces diverses*, certaines sont partout en augmentation, quelle que soit la fumure, c'est le cas pour les *Plantains* ; d'autres au contraire partout en diminution, par exemple les *Panais* et les *Carottes*.

Les composées, en particulier les *Barkhausia* et les *Taraxacum* sont en augmentation, dans le cas de la fumure Azote seul (0 + 0 + 200) et de l'absence de fumure. Mais leur augmentation la plus considérable se manifeste dans la fumure sans potasse, PN (320 + 0 + 200). Au contraire leur proportion diminue dans le cas de la forte fumure PK (320 + 392 + 0). Elle est stationnaire dans la fumure complète PKN (320 + 392 + 200). Dans cette dernière parcelle, les effets de la diffusion accidentelle des semences de Composées, constatée en 1951, s'atténuent en 1952.

III. — **Evolution du degré de qualité, QG, suivant les fumures en 1, 2 et 3 ans**

Par comparaison des degrés de qualité (QG calculés d'après les fréquences numériques des espèces botaniques) des parcelles en 1949 et 1950, on constate une augmentation légère, significative cependant, pour les parcelles 3, 6, 10, 12 (toutes avec Azote), tandis que le degré de qualité des témoins PK (128 + 147 + 0) demeure sensiblement égal à celui de 1949 (Tableau IX).

En 1951, soit après 2 ans de fumures on observe (tableau X) par rapport à 1949 et 1950, une légère augmentation du degré de qualité dans les parcelles à fumure PK, témoins et parcelle 2, et une diminution dans le cas de l'absence de fumure minérale.

Quant aux parcelles avec Azote, la légère diminution du Degré de qualité qu'elles présentent en 1951 est surtout le fait du développement accidentel des espèces diverses.

En 1952, soit après 3 ans de fumures, on enregistre toujours la même situation dans les parcelles avec Azote. La même diminution du degré de qualité qu'en 1951 est observée en l'absence de fumure minérale, la même augmentation par rapport à 1949 dans le cas de la forte fumure PK (320 + 392 + 0) (Tableau XII).

ANALYSES BOTANIQUES PONDÉRALES AUX DIFFÉRENTES COUPES OBJET ET TECHNIQUE

Ces analyses ont pour but :

1° De déterminer les p. 100 en poids des constituants botaniques du fourrage vert de chaque parcelle et leur teneur en matière sèche, et, à partir de ces données, d'évaluer les proportions en poids des constituants botaniques du foin sec.

2° Éventuellement l'évaluation des rendements parcellaires en fourrage vert et foin sec.

1° *Détermination des p. 100 en poids des constituants botaniques du fourrage vert et du foin sec.*

Chaque sous-parcelle de 1 m² est coupée à la faucille, à 2 cm du sol, en même temps qu'a lieu la coupe de toutes les parcelles de 750 m² dans les conditions normales de la culture.

Le produit de la sous-parcelle est pesé en vert, sur le terrain même, puis divisé en 2 parties.

L'une est aussitôt étalée sur une toile, sur le sol. Les conditions extérieures présidant au prélèvement sont enregistrées : heure, présence ou absence de soleil, rosée, vent, humidité. Les plantes sont réparties en trois catégories : Graminées, Légumineuses, espèces diverses. Le triage opéré sur le pré même nécessite trois opérateurs : le premier sépare du lot les Graminées, le second les Légumineuses, le troisième les espèces diverses. Cette opération doit être menée

le plus rapidement possible pour diminuer les pertes de poids par évaporation. Il est en effet impossible d'obtenir une précision pondérale totale du fait de la teneur en eau des plantes dont l'évaporation est plus ou moins considérable suivant l'heure, l'ensoleillement, la siccité ou l'humidité de l'air, le vent, la durée de l'opération du triage. L'idéal serait d'opérer à l'ombre, à l'abri du vent, surtout lorsque souffle le mistral. Les pertes de poids des organes verts vont en croissant de 8 heures du matin jusque vers 14 heures pouvant atteindre jusqu'à 4 à 5 p. 100, puis diminuent assez rapidement. Certains soirs humides on observe parfois au contraire un gain léger du poids (2 p. 100) dans les 15 à 25 minutes que demande l'opération du triage pour un échantillon frais de l'ordre de 0,500 g à 1 kg. Il y a aussi des différences du fait que les durées de temps mises pour le triage ne sont pas les mêmes pour toutes les sous-parcelles : pour un même poids initial de prélèvement la séparation est plus rapidement faite dans le cas d'une parcelle avec Azote parce qu'il n'y a presque pas de plantes courtes, en particulier de Légumineuses, et qu'ainsi un des trois opérateurs peut reporter son activité sur les autres catégories de constituants. S'il est possible d'avoir 4 opérateurs, il est préférable, pour gagner du temps — donc de la précision — de constituer deux équipes de deux membres. L'une coupe et apporte les prélèvements, l'autre trie, pèse les échantillons et les met en sacs.

L'analyse pondérale des 42 sous-parcelles de l'Essai par 3 opérateurs nécessite de 2 journées et demie à 3 journées de travail suivant la saison, les conditions atmosphériques, l'état de la végétation.

Chacune des 3 catégories de constituants botaniques triées est pesée en vert, mise dans un sac en papier ouvert et large (60 × 45 cm) les sacs sont transportés au laboratoire et leur contenu séché à l'étuve à 70° pendant 72 heures. La teneur en matière sèche est déterminée ainsi que la part p. 100 en poids de chaque catégorie de constituants dans le foin sec.

2° *Evaluation des rendements parcellaires en fourrage vert et foin sec.*

La deuxième partie du produit en vert de chaque sous-parcelle donne lieu à un prélèvement de l'ordre de 0,500 à 1 000 gr. suivant la quantité disponible. Ces prélèvements sont pesés, mis en sac papier, transportés au laboratoire et leur contenu séché à l'étuve à 70° pendant 72 heures. La teneur de la matière sèche est déterminée, les moyennes des trois sous-parcelles servent à calculer le rendement en foin sec de chaque parcelle.

Ce mode d'évaluation des rendements parcellaires n'a été utilisé au cours de la présente expérimentation que lorsqu'il était impossible d'effectuer les récoltes parcellaires dans les conditions normales de la culture. Il a été utilisé pour la détermination des rendements des regains après quatrième coupe en 1949 et 1950 et après troisième coupe en 1951. Ces regains étaient insuffisamment hauts pour donner lieu à une coupe normale et très riches en plantes à teneur en eau très élevée, à une époque de l'année où le séchage sur pré n'aurait pu être réalisé.

Variations de la teneur en matière sèche des constituants botaniques du fourrage, suivant la catégorie, les coupes, les années

Les résultats des analyses botaniques pondérales du foin des différentes coupes ont été obtenus grâce aux déterminations de la teneur en matière sèche des différentes catégories de constituants botaniques du fourrage. Ces déterminations ont été effectuées de la manière décrite précédemment.

Les teneurs en eau des constituants botaniques du fourrage seront indiquées lors de l'examen des résultats des analyses botaniques pondérales à chaque coupe, en tête des paragraphes traitant de la constitution botanique du foin. Ces teneurs en eau ont présenté des différences, ainsi que des variations plus ou moins considérables, suivant la catégorie de constituants botaniques considérée, la coupe et l'année, de 1949 à 1951.

Avant de donner les résultats des analyses botaniques pondérales du foin, il paraît utile d'indiquer ici quelles ont été ces variations.

Les variations des teneurs en matière sèche des Graminées, Légumineuses et espèces diverses, aux différentes coupes des années 1949, 1950, 1951 sont représentées graphiquement dans les figures 13, 14 et 15.

Dans le tableau XVIII sont indiquées les limites maxima et minima entre lesquelles ont varié les teneurs en matière sèche de ces trois catégories de constituants botaniques.

TABLEAU XVIII

Variation de la teneur en matière sèche des constituants botaniques en 1949, 1950, 1951 suivant les coupes

	GRAMINÉES		LÉGUMINEUSES		ESPÈCES DIVERSES	
	% Minimum	% Maximum	% Minimum	% Maximum	% Minimum	% Maximum
1re Coupe . . .	24,1	27,3	16,7	19,0	13,4	15,6
2e Coupe . . .	26,2	38,0	17 5	23,3	14,8	19,3
3e Coupe . . .	26,9	31,9	20,1	27,1	16,4	22,0
4e Coupe . . .	23,8	29,6	18,6	22,2	12,2	17,7
Regain	25,0	29,5	19,3	24,4	16,1	16,2

Ces graphiques et ce tableau donnent lieu à l'interprétation suivante :

1) LES GRAMINÉES présentent toujours une matière sèche bien supérieure à celle des Légumineuses et à celle des espèces diverses. Les limites maxima et minima sont de 27,3 et 24,1 p. 100 pour la première coupe ; 38,0 et 26,2 p.100 pour la deuxième ; 31,9 et 26,9 p. 100 pour la troisième ; 29,6 et 23,8 pour la quatrième ; 29,5 et 25,0 pour la regain après quatrième coupe.

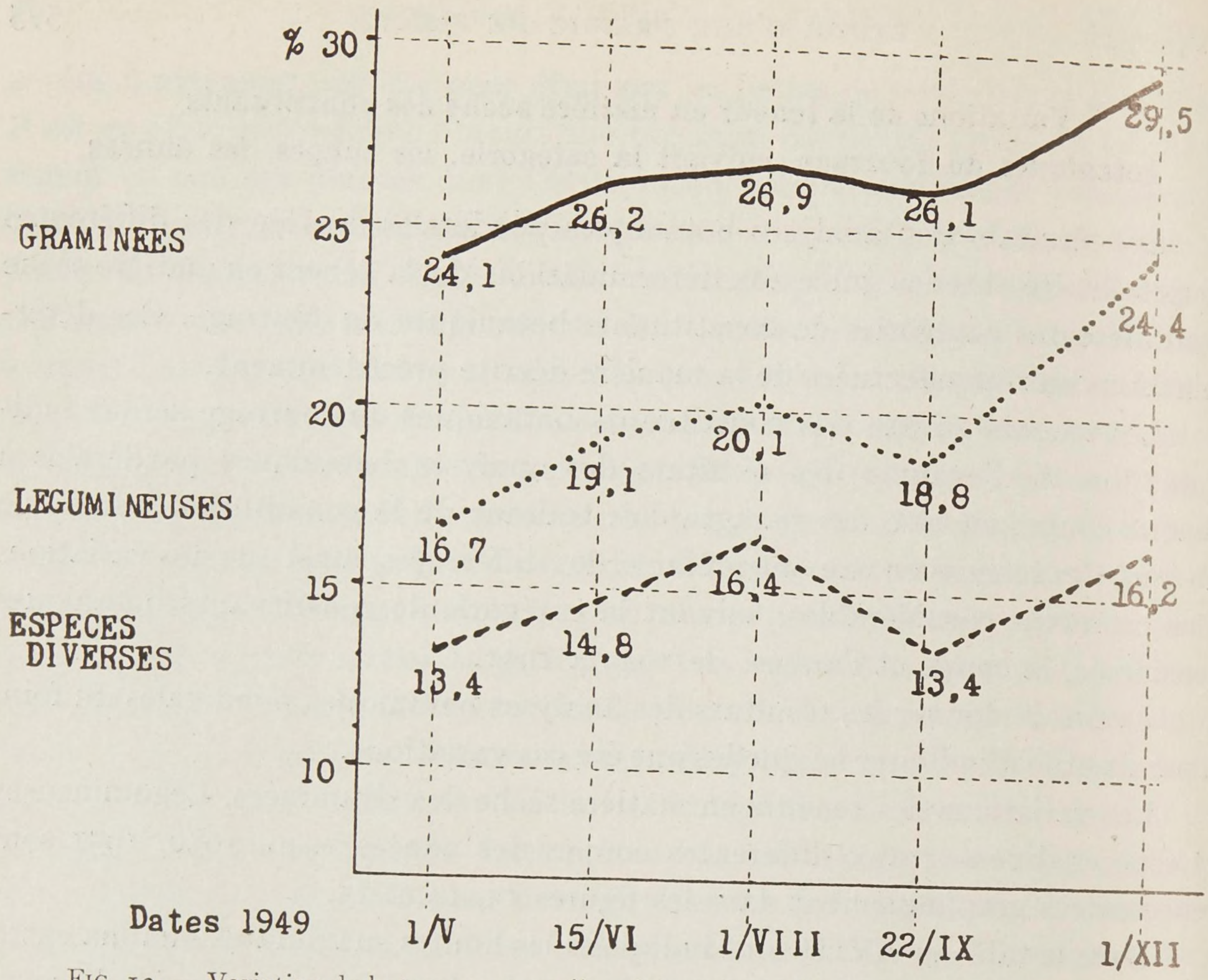


FIG. 13. — Variation de la teneur en matière sèche suivant l'époque de la coupe en 1949

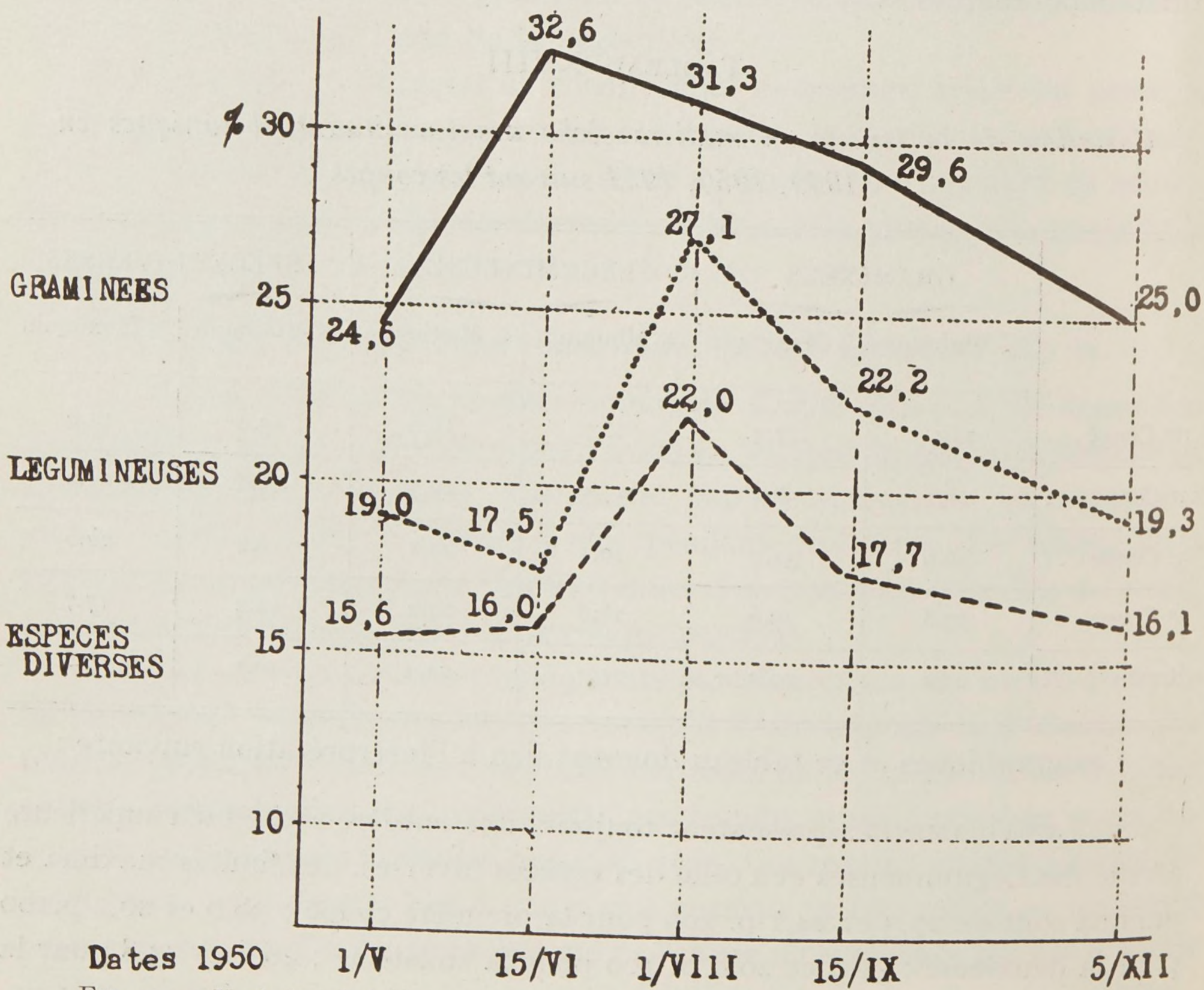


FIG. 14. — Variation de la teneur en matière sèche suivant l'époque de la coupe en 1950

En 1949 la teneur en matière sèche des Graminées s'est élevée progressivement de la première à la troisième coupe, elle a présenté une légère diminution en quatrième coupe, puis une augmentation dans le regain.

En 1950 et 1951 la variation n'est pas exactement la même, l'augmentation de la teneur en matière sèche n'a eu lieu que jusqu'en deuxième coupe. Ensuite la diminution a été continuelle, y compris dans le regain après quatrième coupe dont la teneur en matière sèche est nettement plus faible qu'en 1949.

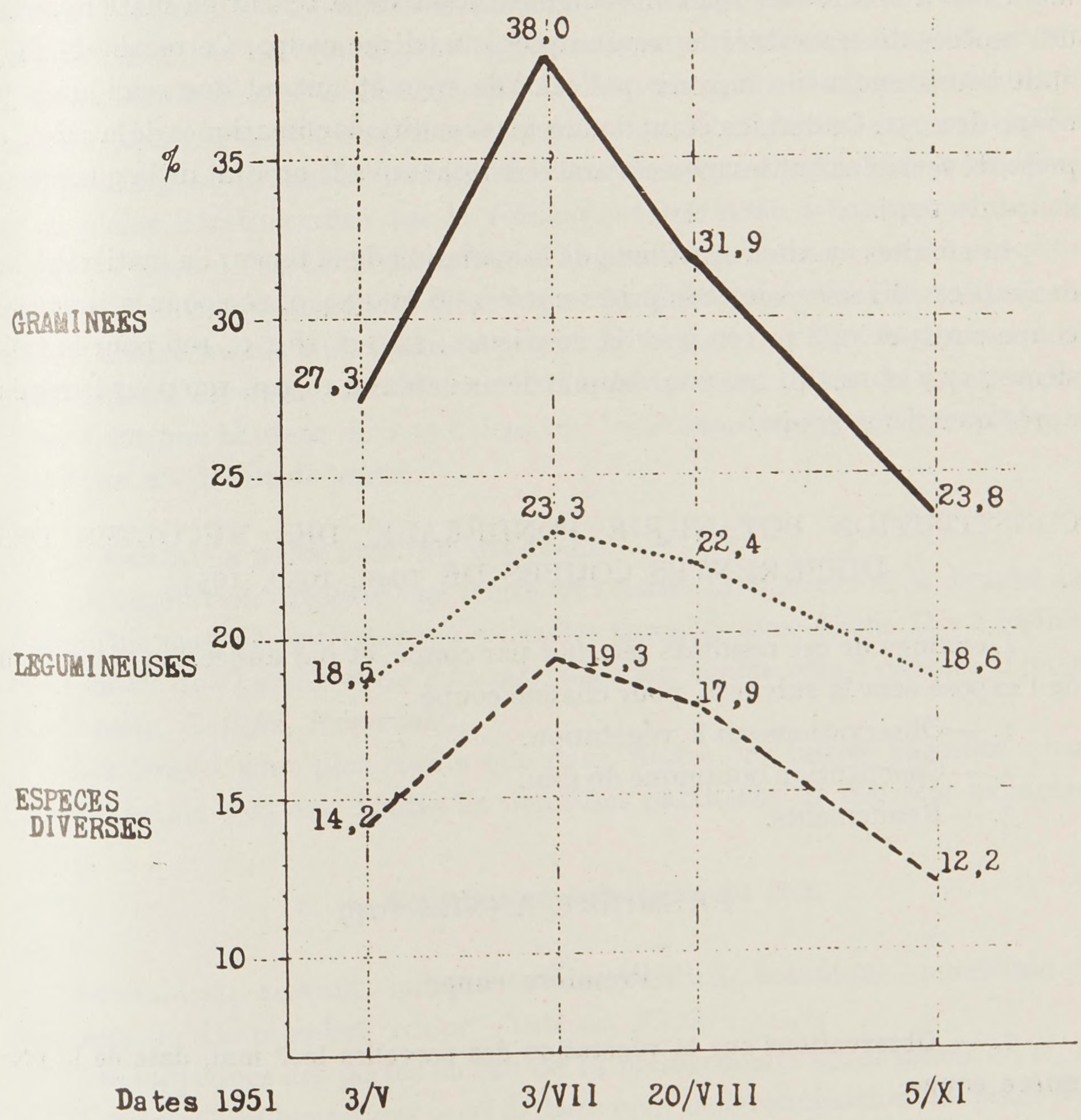


FIG. 15. — Variation de la teneur en matière sèche suivant l'époque de la coupe en 1951

2) LES LÉGUMINEUSES ont une teneur en matière sèche qui se situe constamment au-dessous de celle des Graminées, et au-dessus de celle des espèces diverses. Cette teneur présente des courbes de variations semblables pour les années 1950 et 1951 où elle a augmenté de la première à la deuxième coupe, puis diminué progressivement jusqu'à la fin de la saison, tandis qu'en 1949 elle présentait une nouvelle augmentation dans le regain après quatrième coupe.

Les limites maxima et minima de la variation au cours des trois années ont été de 19,6 à 16,7 p. 100 pour la première coupe ; de 23,3 à 17,5 pour la deuxième

coupe ; de 27,1 à 20,1 pour la troisième ; de 22,3 à 18,6 pour la quatrième et de 24,4 à 19,3 p. 100 pour le regain après quatrième coupe.

3) Les espèces diverses ont une proportion de matière sèche constamment et nettement inférieure à celle des Légumineuses, et surtout à celle des Graminées.

De même que pour ces deux dernières catégories de constituants botaniques on a observé en 1949 une augmentation de la teneur en matière sèche des espèces diverses dans le regain après quatrième coupe. Ce regain de 1949 était nettement moins aqueux que celui de 1950 et surtout que celui après 3e coupe de 1951. Ce dernier, étant données les conditions climatiques de la saison a présenté sensiblement les mêmes caractéristiques que le produit de la quatrième coupe de 1949.

Les limites maxima et minima de la variation de la teneur en matière sèche des espèces diverses sont comprises entre 15,6 et 13,4 p. 100 pour la première coupe ; 19,3 et 14,8 p. 100 pour la deuxième ; 22,0 et 16,4 p. 100 pour la troisième ; 17,7 et 12,2 p. 100 pour la quatrième ; 16,2 et 16,1 p. 100 pour le regain après quatrième coupe.

CONSTITUTION BOTANIQUE PONDÉRALE DES RÉCOLTES DES DIFFÉRENTES COUPES DE 1949, 1950, 1951

L'examen de ces résultats sera fait par coupe, et par année. La disposition de l'exposé sera la suivante, pour chaque coupe :

1. — Observations sur la végétation.
2. — Constitution botanique du foin.
3. — Rendements.

PREMIERE ANNÉE 1949

Première coupe

1. — Observations sur la végétation des parcelles le 7 mai, date de la première coupe.

a) Parcelles sans Azote. — Témoins PK 128 + 147 + 0.

Ces parcelles se distinguent par la teinte vert clair de leur végétation. La hauteur et la densité des Graminées sont nettement inférieures à celles des parcelles avec Azote. La densité du tallage des Graminées est plus faible, les chaumes sont plus grêles, les feuilles sont plus étroites. Le *Fromental* atteint 0,80 cm de hauteur.

Les Légumineuses au contraire, paraissent plus nombreuses et à un stade de végétation légèrement plus avancé que chez les parcelles ayant reçu de l'Azote. Le *Trèfle violet* atteint 0,30 cm de hauteur.

Les espèces diverses sont moins développées que les Légumineuses et les Graminées.

On ne constate pas de différences entre la végétation des parcelles témoins PK 128 + 147 + 0 et celle de la parcelle 2 à forte fumure phosphopotassique 320 + 392 + 0.

b) Parcelles avec Azote.

A l'inverse des parcelles sans Azote, la végétation présente une teinte foncée, plus glauque, nettement plus vigoureuse, en particulier en ce qui concerne la hauteur et la densité des Graminées. Le *Fromental*, dont la hauteur moyenne est de 0,90 cm se trouve en pleine épiaison ou en début de floraison, ses feuilles sont plus larges que chez les témoins. Le *Dactyle* a 0,90 cm, il se trouve en début et en pleine floraison ainsi que la *Fétuque des Prés* dont la hauteur est de 0,85 à 0,90 cm. Bien qu'assez abondantes, les Légumineuses sont en partie masquées par le fort développement des Graminées. Le *Trèfle violet* dont la hauteur est de 0,35 cm, se trouve à un stade un peu moins avancé que chez les témoins PK. Les Espèces diverses : *Barkhausia* et *Gaillets* sont en début de floraison, les *Panais* ont une hauteur de 0,35 à 0,40 cm, les *Plantains* 0,35 cm. Par places se manifeste un début de verse.

c) Parcelle sans fumure minérale.

La végétation présente une teinte très claire. La hauteur et la densité des Graminées sont très inférieures à celles des parcelles avec Azote. Il y a visiblement moins de *Dactyles* et de *Fétuques*, mais par contre plus d'espèces diverses *Barkhausia, Gaillets, Renoncules*.

Les *Trèfles* sont plus courts que dans toutes les autres parcelles : leur hauteur est de 0,25 cm. Toutes les floraisons paraissent un peu plus avancées.

2. — Constitution botanique du foin

Le tableau suivant indique la composition botanique pondérale du foin sec, de la première coupe (Tableau XIX).

Les moyennes des pertes en eau de 14 prélèvements après séjour à l'étuve à 70°C pendant 72 heures ont servi de base pour la détermination des poids secs des différentes catégories de constituants botaniques. Ces moyennes sont les suivantes pour la 1re coupe de 1949 : Graminées 76,0 p. 100 ; Légumineuses 83,3 p. 100 ; espèces diverses 86,6 p. 100.

Le tableau XIX montre, de façon très nette, que l'application d'Azote a eu pour résultat immédiat un fort développement des Graminées, et en contrepartie une diminution très sensible du rendement p. 100 des Légumineuses.

Dans certaines de ces mêmes parcelles le p. 100 des espèces diverses diminue assez fortement, c'est le cas des parcelles à fumures PKN 9 (320 + 392 + 100), 10 (320 + 392 + 100), 12 (320 + 392 + 150), et à un degré moins élevé,

TABLEAU XIX

p. 100 des constituants botaniques du foin sec pour l'année 1949

Parcelles	Graminées							Légumineuses							Espèces diverses						
	1re Coupe	2e Coupe	3e Coupe	4e Coupe	Regain	Moyen. année	% p/rapp. au témoin	1re Coupe	2e Coupe	3e Coupe	4e Coupe	Regain	Moyen. année	% p/rapp. au témoin	1re Coupe	2e Coupe	3e Coupe	4e Coupe	Regain	Moyen. année	% p/rapp. au témoin
Témoin 2.....	48,1	38,5	32,2	39,0	43,5	40,3		27,6	35,3	35,3	26,6	15,8	28,1		24,3	26,2	32,4	34,4	*40,7*	31,6	
2.....	53,3	39,3	32,5	32,0	49,6	41,3	102,5	28,7	*40,4*	33,8	34,0	16,3	30,7	109,3	18,0	20,3	33,7	34,0	34,1	28,0	88,6
Témoin 3.....	52,2	38,0	31,2	39,8	43,8	41,0		24,1	34,5	35,2	27,3	15,2	27,3		23,7	27,5	33,6	32,9	*41,0*	31,7	
3.....	*61,1*	*56,5*	36,3	*71,0*	*77,6*	*60,5*	*147,5*	10,2	15,7	23,5	6,9	3,3	11,9	*43,5*	28,6	27,8	*40,2*	22,1	19,1	27,6	87,0
Témoin 5.....	53,1	38,0	31,0	37,6	43,4	40,6		20,7	32,0	32,8	28,6	14,4	25,7		26,2	30,0	36,2	33,8	*42,2*	33,7	
5.....	42,2	34,8	22,9	24,2	41,9	33,2	*81,7*	17,0	27,3	21,5	22,2	10,3	19,7	*76,6*	*40,8*	37,9	*55,6*	*53,6*	*47,8*	*47,1*	*139,7*
Témoin 6.....	49,9	38,6	31,8	34,6	42,8	39,5		21,0	30,3	30,6	29,2	14,1	25,0		29,1	31,1	37,6	36,2	*43,1*	35,5	
6.....	*63,8*	*52,6*	37,0	*51,1*	46,8	*50,3*	*127,3*	7,9	12,0	20,6	8,8	3,5	10,6	*42,4*	28,3	35,4	*42,4*	*40,1*	*49,7*	39,1	*110,1*
Témoin 9.....	42,7	37,5	28,9	36,4	40,4	37,2		21,0	27,9	28,3	27,9	13,9	23,8		36,3	34,6	*42,8*	35,7	*45,7*	39,0	
9.....	*60,1*	45,8	36,1	38,6	*51,3*	46,4	*124,7*	13,3	22,7	23,5	27,2	9,9	19,3	*81,0*	26,6	31,5	*40,4*	34,2	38,8	34,3	87,9
Témoin 10.....	38,8	35,7	25,1	41,1	38,6	35,9		20,8	27,2	28,3	26,0	13,9	23,2		*40,4*	37,1	*46,6*	32,9	*47,5*	*40,9*	
10.....	*71,1*	*58,0*	42,7	*75,9*	*79,3*	*65,4*	*182,1*	10,2	21,4	27,4	12,2	6,4	15,5	*66,8*	18,7	20,6	29,9	11,9	14,3	19,1	*46,7*
Témoin 12.....	42,1	33,2	26,2	44,2	43,0	37,5		23,7	34,2	33,8	28,9	17,2	27,6		34,2	32,6	40,0	26,9	39,8	34,9	
12.....	*80,2*	*65,8*	*57,5*	*81,6*	*72,4*	*71,5*	*190,6*	5,5	11,4	14,8	7,3	1,9	8,2	*29,7*	14,3	22,8	27,7	11,1	25,7	20,3	*58,1*
Témoin 13.....	49,4	32,4	30,9	42,4	49,2	40,8		26,8	*41,8*	39,5	33,7	20,6	32,5		23,8	25,8	29,6	23,9	30,2	26,7	
13.....	*79,7*	*63,6*	45,8	*71,9*	*60,5*	*64,3*	*157,6*	6,1	18,1	18,6	8,3	3,1	10,8	*33,2*	14,2	18,3	35,6	19,8	36,4	24,9	93,2

de la parcelle 6 PKN (320 + 392 + 100) (Azote du Nitrate de soude). La parcelle 13 PN (320 + 0 + 100) (sans Potasse, avec Azote) se comporte exactement de la même manière que sa voisine 12 (320 + 392 + 150) qui a reçu la fumure complète. Il n'y a donc pas d'effet de l'absence de Potasse en première coupe.

La forte fumure phosphopotassique sans Azote dans la parcelle 2 (320 + 392 + 0) provoque une très faible augmentation du rendement p. 100 des Graminées et une très faible diminution du p. 100 des espèces diverses, ces modifications sont peu sensibles par rapport aux témoins PK.

La parcelle 5, sans fumure minérale présente le plus faible p. 100 en Graminées et également une diminution légère du rendement p. 100 des Légumineuses par rapport aux témoins. L'absence de fumure a surtout pour répercussion le remplacement de la végétation des Graminées et Légumineuses par celle des espèces diverses.

3. — Rendements

Les rendements à l'hectare obtenus en première coupe figurent au tableau XX. Il s'agit des rendements à l'hectare en foin séché sur pré des parcelles de 750 m² correspondant aux différentes fumures, ainsi que des rendements relatifs p. 100 de ces fumures par rapport aux témoins théoriques PK.

La conclusion est que toutes les parcelles ayant reçu une fumure complète, avec Azote ou même uniquement Azotée, présentent un rendement nettement supérieur au témoin phosphopotassique. La supériorité est moins nette chez la parcelle 13 avec Azote, mais sans Potasse. Le rendement est sensiblement égal au témoin chez la parcelle 2 à très forte fumure phosphopotassique, sans Azote. Le rendement est déjà plus faible d'environ 10 p. 100 chez la parcelle sans fumure minérale. La comparaison des tableaux XIX et XX met en évidence la corrélation entre les rendements à l'hectare et les p. 100 de Graminées dans le foin sec. Cependant l'accroissement du rendement en foin de la parcelle 6 (320 + 392 + 100) (du NO_3Na), est proportionnellement plus considérable que l'augmentation du p. 100 des Graminées, par rapport au témoin. C'est l'inverse qui se produit chez la parcelle 13, sans Potasse.

Deuxième coupe

1. — Observations sur la végétation des parcelles le 15 juin

a) Parcelles sans Azote.

Témoins PK 128 + 147 + 0. La seule Graminée visible en inflorescences est le *Fromental*, haut de 0,75 cm, en début ou en pleine floraison. Le *Trèfle blanc*, en pleine floraison domine nettement le *Trèfle violet*. Le *Lotier corniculé*, encore assez abondant est en pleine floraison.

TABLEAU XX

Rendements en foin sec aux différentes coupes en 1949

N° parcelles	1re Coupe			2e Coupe			3e Coupe			4e Coupe			Rendement total Foin 1949 (1)			Évaluattion rdt. regain 4e Coupe (2)			Rendement total Foin + Regain		
	Rendement témoin Kg/Ha	Rendement parcelle Kg/Ha	Rendement relatif %	Rendement témoin Kg/Ha	Rendement parcelle Kg/Ha	Rendement relatif %	Rendement témoin Kg/Ha	Rendement parcelle Kg/Ha	Rendement relatif %	Rendement témoin Kg/Ha	Rendement parcelle Kg/Ha	Rendement relatif %	Rendement témoin Kg/Ha	Rendement parcelle Kg/Ha	Rendement relatif %	Rendement témoin Kg/Ha	Rendement parcelle Kg/Ha	Rendement relatif %	Rendement témoin Kg/Ha	Rendement parcelle Kg/Ha	Rendement relatif %
2	3 825	4 030	105,3	3 670	3 430	*93,4*	3 330	3 315	99,4	3 210	3 570	*111,0*	14 040	14 350	102,2	1 490	1 550	103,4	15 530	15 900	102,3
3	3 900	4 940	*126,6*	3 320	3 310	99,3	3 330	2 910	*87,2*	3 190	3 310	103,6	13 740	14 460	105,2	1 580	1 540	97,5	15 320	16 000	104,4
5	3 720	3 345	*89,8*	2 845	3 270	*114,8*	3 250	2 930	*90,2*	3 140	3 210	102,2	12 955	12 760	98,4	1 625	1 070	*65,7*	14 580	13 830	94,8
6	3 470	6 050	*174,5*	2 721	3 694	*135,7*	3 160	2 990	94,3	3 110	3 840	*123,0*	12 465	16 575	*132,9*	1 595	1 525	95,6	14 060	18 100	*128,7*
9	3 480	5 140	*147,7*	2 665	2 890	*108,9*	3 110	3 320	106,7	3 240	3 390	104,0	12 490	14 740	*110,7*	1 510	1 620	107,5	14 000	16 360	*116,9*
10	3 750	5 355	*142,9*	2 710	3 025	*111,4*	3 140	3 570	*113,7*	3 410	4 380	*128,0*	13 015	16 330	*125,4*	1 445	1 580	*109,1*	14 460	17 910	*123,8*
12	4 070	6 065	*149,0*	2 830	3 120	*110,3*	3 410	3 200	*93,8*	3 540	4 540	*128,0*	13 850	16 920	*122,1*	1 460	2 040	*139,6*	15 310	18 960	*123,8*
13	4 120	4 605	*111,7*	2 890	2 930	101,5	3 650	3 350	*92,2*	3 510	4 140	*118,0*	14 170	15 020	105,8	1 530	1 730	*112,8*	15 700	16 750	106,7

(1) 4 coupes des parcelles de 750 m². Rendement en foin séché sur pré.
(2) Évaluation du rendement du regain, moyenne de 3 sous-parcelles par fumure. Foin séché à l'étuve.

Dans l'ensemble, chez les parcelles témoins on trouve davantage de Légumineuses et moins d'espèces diverses, notamment de *Barkhausia*, que dans la parcelle sans engrais. De même qu'en première coupe on n'observe pas de différences entre les témoins et la parcelle 2 à forte fumure phosphopotassique 320 + 392 + 0.

b) Parcelles avec Azote.

On constate plus de *Fromental*, haut de 0,85 cm, que dans les parcelles sans Azote ; peu de *Dactyle*. La parcelle la plus dense en Graminées est la 6 (qui avant 1re coupe a reçu 100 kg N du NO_3Na).

Les Légumineuses sont assez abondantes, mais on voit peu de *Lotier* contrairement aux parcelles sans Azote et à la parcelle sans engrais.

Parmi les plantes diverses, les plus développées sont les *Panais*, ensuite les *Plantains* en pleine floraison. La parcelle 13 (sans Potasse) présente une vigueur un peu moindre de la végétation.

c) Parcelle sans fumure minérale.

Très rares sont les plantes de *Fromental* remontées en inflorescences, leurs tiges et feuilles sont très grêles, leur hauteur maxima 0,60 cm est très inférieure à celle des individus des parcelles à fumure azotée et même à fumure uniquement PK. Les espèces diverses, *Barkhausia* et *Plantains* paraissent prédominer sur les Légumineuses. La plus abondante de ces dernières est le *Lotiercorniculé* actuellement en pleine floraison. Par suite de l'abondance de floraison de ce *Lotier*, la parcelle 5 présente une teinte jaune qui la différencie nettement à première vue des autres.

2. — Constitution botanique du foin

Le tableau XIX indique la composition botanique du foin sec de la deuxième coupe.

Les pertes en eau à l'étuve, qui ont servi de base à la détermination de la constitution botanique du foin, sont les suivantes pour la deuxième coupe : Graminées 73,8 p. 100 ; Légumineuses 80,9 p. 100 ; espèces diverses 85,2 p. 100.

Les p. 100 de Graminées sont un peu moins élevés qu'en première coupe pour toutes les parcelles, qu'elles aient reçu ou non de l'Azote. Mais les parcelles qui ont reçu l'Azote avant 1re coupe conservent leur proportion supérieure en Graminées par rapport aux témoins PK.

Les p. 100 des Légumineuses sont plus élevés que ceux de 1re coupe dans toutes les parcelles, principalement dans la 2 (320 + 392 + 0) et la 5 (sans engrais). Ceci correspond au rythme normal de la végétation de la prairie : la 2e coupe est toujours plus riche en Légumineuses (« foin laitier ») que la première.

3. — Rendements

Les rendements à l'hectare, en foin sec, obtenus en deuxième coupe figurent au tableau XX.

Tous les rendements sont moins élevés qu'en 1re coupe. L'action de l'Azote se fait encore sentir dans la parcelle 6 (320 + 392 + 100) (Azote du NO_3Na) dont le rendement dépasse de 35,7 p. 100 celui du témoin correspondant. Elle se manifeste encore, mais à un degré moindre dans les parcelles 9 (320 + 392 + 100), 10 (320 + 392 + 100) et 12 (320 + 392 + 150) (Azote du $SO_4(NH_4)_2$). Elle n'est plus appréciable dans la 13 (sans Potasse) avec Azote du $SO_4(NH_4)_2$ (320 + 0 + 100).

En résumé, l'action de l'Azote mis avant la première coupe ne se traduit presque plus en deuxième coupe par une augmentation du rendement comme en première coupe, mais seulement par un maintien de la proportion élevée en Graminées. L'action de l'Azote sur le rendement va en s'atténuant à mesure qu'on s'éloigne de l'époque d'épandage.

Par contre, la parcelle 5 (sans engrais) qui en première coupe avait un rendement bien au-dessous de celui du témoin, le dépasse maintenant.

Troisième coupe

1. — Observations sur la végétation des parcelles le 1er août

a) Parcelles sans Azote.

Témoins PK 128 + 147 + 0. On constate peu de Graminées, peu de *Fromental* remonté en inflorescences. Partout existe un bon tapis de Légumineuses : le *Trèfle violet* se trouve au stade de fin floraison ou de maturité des fruits. Les espèces diverses les plus visibles sont les *Panais* en pleine floraison ou en début de formation des graines, les *Carottes*, puis les *Barkhausia* et les *Achillées*.

Les mêmes observations sont valables pour la parcelle 2 (320 + 392 + 0), mais dans cette dernière le tapis de Légumineuses est un peu plus haut encore que dans le témoin 1 adjacent.

b) Parcelles avec Azote.

Il y a nettement plus de Graminées, principalement de *Fromental*, remonté un peu en inflorescences, mais surtout en feuilles, que dans les parcelles sans Azote. Le *Fromental* est d'une taille plus élevée que dans ces dernières parcelles. Le *Dactyle* est remonté uniquement en feuilles. Les Légumineuses sont partout bien représentées. Parmi les espèces diverses prédominent les *Panais*, surtout dans la parcelle Azote seul (0 + 0 + 100).

c) Parcelle sans fumure minérale.

Les plantes sont courtes. Il y a très peu de Graminées et peu de *Panais* dépassant le tapis des Légumineuses et des plantes à rosette. Parmi les Légumineuses le *Lotier corniculé* est toujours ici plus visible que dans les autres parcelles. Les *Barkhausia* émergent nettement du tapis.

2. — Constitution botanique du foin

La composition botanique du fourrage vert et du foin sec de la troisième coupe est indiquée dans le tableau XIX.

Les pertes en eau à l'étuve des constituants botaniques du fourrage de 3e coupe, qui ont servi de base pour la détermination des p. 100 en sec sont :

Graminées 73,1 p. 100 ; Légumineuses 79,9 p. 100 ; espèces diverses 83,6 p. 100.

Les p. 100 des Graminés des parcelles avec Azote tendent à se rapprocher de ceux des témoins parce que l'effet de l'Azote mis avant la 1re coupe s'est à peu près dissipé dans les parcelles 3 (Azote seul) (0 + 0 + 100) et 6 (Azote du Nitrate de Soude) (320 + 392 + 100). L'action de l'Azote est encore légèrement perceptible dans les parcelles 9 (320 + 392 + 100), 10 (320 + 392 + 100) et surtout 12 (320 + 392 + 150). Elle est d'autant plus marquée, donc persistante, que la dose a été plus élevée. Cette action est cependant moins forte dans la parcelle qui n'a pas reçu de Potasse (320 + 0 + 100).

Partout où les Graminées diminuent, en contre-partie les Légumineuses augmentent. Dans toutes les parcelles, les p. 100 d'espèces diverses sont en augmentation, ce qui correspond au rythme normal de la végétation de la prairie en 3e coupe. La proportion la plus forte d'espèces diverses est atteinte dans la parcelle 5, sans engrais, avec 55,6 p. 100 du total des constituants botaniques.

3. — Rendements

Les rendements à l'hectare en foin sec, obtenus en troisième coupe figurent au tableau XX.

Les rendements des témoins dépassent ceux de la 2e coupe, mais sont toutefois inférieurs à ceux de la première.

Poursuivant le mouvement de diminution amorcé en deuxième coupe, les rendements parcellaires tendent à se rapprocher de ceux des témoins. De même que l'action de l'Azote mis avant la première coupe va en s'atténuant, en ce qui concerne le p. 100 des Graminées, de même son effet sur le rendement diminue à mesure que les coupes s'éloignent de l'époque d'application de l'Azote.

Le rendement de la parcelle 3 (Azote seul) devient inférieur de — 12,8 p.100 à celui du témoin. Celui de la parcelle 2 (320 + 392 + 0) est égal au rendement du témoin. La parcelle 5 (sans engrais) a un rendement inférieur de — 10 p. 100 par rapport au témoin.

L'action du Nitrate de soude est terminée dans la parcelle 6 (320 + 392 + 100), son rendement devient inférieur de — 5,7 p. 100 à celui du témoin. L'action du Sulfate d'ammoniaque est encore un peu sensible dans les parcelles 9 (+ 6,7 p. 100) et 10 (+ 13,7 p. 100) qui, jusqu'à cette coupe ont reçu toutes deux 320 + 392 + 100.

Quatrième coupe

1. — Observations sur la végétation des parcelles le 20 septembre

La deuxième fraction de l'Azote a été épandue le 19 août, donc un mois exactement avant la 4e coupe et 18 jours après la 3e coupe, sur les parcelles 3, 6, 10, 12, 13.

a) Parcelles sans Azote.

La végétation est bonne, homogène en toutes espèces. On constate d'assez nombreuses plantes de *Fromental* remontées en inflorescences en plus grande proportion qu'en 3e coupe. Les Légumineuses sont bien visibles ; en majorité, les bouquets de fleurs du *Trèfle violet* sont déjà secs. Les *Barkhausia* sont bien visibles en capitules, surtout dans la parcelle 11 où ils sont près de la dissémination. On en voit beaucoup moins, à un stade moins avancé, dans la parcelle 14.

b) Parcelles avec Azote.

Dans la parcelle 9 (320 + 392 + 100) qui n'a reçu de l'Azote qu'avant première coupe, les plantes de *Fromental* sont bien remontées en inflorescences et en feuilles. La végétation est plus forte que les témoins, mais il y a moins de Légumineuses.

Dans les parcelles qui ont reçu en outre la 2e *application d'Azote*, parcelle 3 (0 + 0 + (100 + 100)) (Azote seul) les Graminées sont nettement plus remontées en *feuilles* que dans les parcelles phosphopotassiques 1 et 2. Il y a visiblement moins de Légumineuses.

En 6 (320 + 392 + (100 + 100) Azote du Nitrate) la végétation du *Fromental* est très forte, très développée aussi bien en inflorescences qu'en feuilles. Les Légumineuses sont bien visibles.

En 10 (320 + 392 + (100 + 100)) Azote du $SO_4(NH_4)_2$. La végétation est forte principalement en feuilles chez les Graminées qui dominent celles de la parcelle 6. La plus abondante est le *Dactyle*, ce qui donne un aspect vert foncé glauque à la parcelle. Les Légumineuses sont masquées par les Graminées. Il n'y a pas de *Barkhausia* visibles en capitules comme dans les autres parcelles et chez les témoins.

En 12 (320 + 392 + (150 + 150)) le *Fromental* présente une forte végétation en inflorescences, le *Dactyle* une végétation importante en feuilles. La vigueur de la parcelle est sensiblement égale à celle de la 10. Les Légumineuses

sont à peine visibles, masquées par les Graminées. On ne voit pas de *Barkhausia* en capitules. Par places il se manifeste un début de verse.

En 13 (320 + 0 + (100 + 100)) la végétation forte en Graminées, est cependant un peu inférieure à celle de la 12. Les Légumineuses et *Panais* sont visibles. Il y a peu de *Barkhausia* en capitules.

Les résultats de la 2e application d'Azote sont nettement visibles dans les parcelles 3, 6, 10, 12, 13. Si on classe les parcelles d'après la vigueur apparente de la végétation on obtient l'ordre suivant :

10 > 6 > 12 > 13 > 9 > 3 > T > 2 > 5

c) Parcelle sans fumure minérale.

On constate dans cette parcelle de rares plantes de *Fromental* remontées en inflorescences. Les Légumineuses sont assez peu visibles, notamment le *Lotier* bien moins qu'en 3e coupe, sa floraison étant terminée. Les *Barkhausia* dominent les Légumineuses, *ils se trouvent au stade de dissémination des graines : la coupe les disséminera.*

2. — Constitution botanique du foin

La composition botanique du fourrage vert et du foin sec de la 4e coupe est indiquée dans le tableau XIX.

Les pertes en eau à l'étuve des constituants botaniques du fourrage de 4e coupe, qui ont servi de base pour la détermination des p. 100 en sec sont les suivantes :

Graminées 73,8 p. 100 ; Légumineuses 81,1 p. 100 ; espèces diverses 86,6.

Concordant exactement avec l'impression visuelle, les p. 100 des Graminées subissent une augmentation considérable dans les parcelles ayant reçu la 2e fraction de la fumure azotée.

Le p. 100 des Graminées dans la parcelle 3 (Azote seul) (0 + 0 + (100 + 100)) dépasse le témoin de + 78,3 p. 100 ; alors qu'en 3e coupe sa supériorité n'était que de + 16,3 p. 100. Dans la parcelle 6 (320 + 392 + (100 + 100)) (Azote du Nitrate) le p. 100 des Graminées dépasse de + 47,4 p. 100 celui du témoin au lieu de + 24,9 p. 100 en 3 coupe. L'augmentation est également très sensible dans les parcelles 10 (320 + 392 + (100 + 100)), 12 (320 + 392 + (150 + 150)), ainsi que la 13 (320 + 0 + (100 + 100)) (sans Potasse).

Dans la parcelle 9 (320 + 392 + 100) où il n'y a pas eu de 2e apport d'Azote, le p. 100 des Graminées continue à décroître.

Dans les parcelles ayant reçu le 2e apport, en contre-partie de l'augmentation des Graminées il y a une diminution de la proportion des espèces diverses, tandis que cette dernière demeure très sensiblement stationnaire dans les parcelles 2 (320 + 392 + 0), 9 (320 + 392 + 100) (un seul apport) et 5 (sans engrais).

3. — Rendements

Les rendements à l'hectare en foin sec de la 4e coupe figurent au tableau XX.

Les rendements des témoins sont, dans l'ensemble, assez voisins de ceux constatés en 3e coupe ; supérieurs à ceux de 2e coupe, mais inférieurs à ceux de la première coupe.

L'action de la 2e application d'Azote se fait sentir surtout sur les rendements des parcelles 6, 10, 12, 13, tandis qu'elle ne marque presque pas dans la parcelle 3 (Azote seul) dont la différence par rapport au témoin phosphopotassique n'est que de + 3,6 p. 100 (ici en effet on constate que l'accroissement des Graminées se trouve compensé par une forte diminution du p. 100 des Légumineuses, qui de 23,5 p. 100 en troisième coupe passe à 6,9 p. 100 en quatrième).

La parcelle 9 qui n'a pas reçu de 2e fraction d'Azote voit son rendement se stabiliser au niveau de celui du témoin (différence de 4,4 %p. 100, non significative).

En résumé, en 4e coupe toutes les parcelles qui ont reçu 2 applications d'Azote, avant 1re et après 3e coupe, ont un rendement nettement supérieur au témoin. Ces parcelles : 6, 10, 12, 13 ont des rendements supérieurs à celui de leur témoin respectif, dans les proportions de + 23,5 p. 100 + 28,4 p. 100 + 28,0 p. 100 et + 17,8 p. 100.

Regain après quatrième coupe

1. — Observations sur la végétation des parcelles le 1er décembre

a) Parcelles sans Azote.

Témoins PK 128 + 147 + 0. Les Graminées sont peu abondantes. Les *Fromental* et *Fétuques* jaunissent et n'atteignent que 0,20 à 0,25 cm. Dans le témoin 14, le *Dactyle* a repoussé assez bien en feuilles, sa hauteur est de 0,35 cm. Les Légumineuses et surtout les espèces diverses paraissent dominer.

b) Parcelles avec Azote.

Dans la parcelle 3 (Azote seul), la végétation est assez bonne, mais les Graminées paraissent plus concentrées par plages.

En 6 (320 + 392 + 200 Azote du NO_3Na) la teinte de la végétation est nettement plus vert foncé que celle des témoins et de la parcelle sans engrais. Les Graminées sont abondantes, moins jaunissantes. Il semble y avoir un peu plus de plantes diverses qu'en 12 (320 + 392 + 200) (Azote du $SO_4(NH_4)_2$).

En 9 (une seule application d'Azote, avant la 1re coupe) la teinte est moins vert foncé qu'en 10. L'aspect, la teinte et la vigueur de la végétation sont identiques à ceux des témoins phosphopotassiques. Les espèces diverses sont ici maintenant plus abondantes que les Graminées.

En 10 (320 + 392 + 200). La végétation est intermédiaire entre celle des

témoins et celle de la parcelle 12 (320 + 392 + 300). Il y a plus de Graminées que chez le témoin, moins d'espèces diverses. L'aspect est plus vert que celui du témoin.

En 12 et 13, il y a abondance des Graminées, en particulier le *Dactyle*, bien vert, tandis que le *Fromental* est jaunissant.

2. — Constitution botanique du foin

Les résultats des analyses pondérales effectuées lors de l'évaluation du regain après 4e coupe sont indiqués dans le tableau XIX.

Les pertes en eau à l'étuve des constituants botaniques du produit du regain, qui ont servi de base pour la détermination des p. 100 en sec sont les suivantes :

Graminées 70,5 p. 100 ; Légumineuses 75,6 p. 100 ; espèces diverses 83,8 p. 100.

L'action de la 2e fraction d'Azote apportée après la 3e coupe se fait encore sentir sur les rendements p. 100 des Graminées dans les parcelles 3, 10, 12, 13. Dans la parcelle 6, le nitrate de soude semble avoir épuisé son action, le p. 100 des Graminées en 6 ne dépasse celui des témoins que de peu : + 9,3 p. 100. Les différences sont de l'ordre de + 22, 9 p. 100 pour la 13 (320 + 0 + 200) (sans Potasse) ; + 68,2 p. 100 pour la 12 (320 + 392 + 300) ; + 105,4 p. 100 pour la parcelle 10 (320 + 392 + 200). En contre-partie, les p. 100 des Légumineuses sont extrêmement faibles, le minimum est pratiquement atteint.

Il en est de même dans la parcelle 3 (Azote seul) où le p. 100 de Graminées dépasse de + 77,6 p. 100 du témoin PK et où le p. 100 des Légumineuses est inférieur de — 78,3 p. 100.

La parcelle 6 qui a reçu les deux fractions d'Azote a cependant un comportement différent, attribuable au fait que le nitrate a épuisé plus rapidement son action que le sulfate d'ammoniaque. Il en résulte que le p. 100 des Graminées de cette parcelle ne dépasse plus celui des témoins PK que de + 9,3 p. 100, tandis que le p. 100 des espèces diverses croît de 40,1 p. 100 en 4e coupe, à 49,7 p. 100 dans le regain, aux dépens des Légumineuses dont le p. 100 déjà faible continue encore à s'abaisser jusqu'à 3,5 p. 100.

3. — Rendements

Le rendement des regains des parcelles a été évalué à partir des moyennes des 3 sous-parcelles ; la coupe n'a pas été effectuées dans les conditions culturales sur les parcelles de 750 m² parce que, étant donné la saison, il n'aurait pas été possible de sécher sur pré une végétation très courte et très aqueuse.

Les rendements du regain, exprimés en kg à l'ha de foin (séché à l'étuve) sont indiqués dans le tableau XX.

Par rapport à la 4e coupe les rendements du regain des témoins sont de l'ordre de 30 à 50 p. 100.

Les parcelles 2, 3, 6, 9, 10 ont des rendements sensiblement égaux à ceux de leurs témoins respectifs. La parcelle sans engrais est inférieure de — 34,3 p. 100 à son témoin. La parcelle 12 qui a reçu le maximum d'Azote (2 fois 150 kg) a présenté également le regain le plus fort, supérieur de + 39,6 p. 100 à son témoin.

En résumé, marquent sur le regain, l'absence totale d'engrais qui se traduit par un fort déficit, et d'autre part les doses élevées d'Azote du $SO_4(NH_4)_2$ après 3e coupe, par une augmentation sensible.

Résumé des observations concernant les récoltes de 1949

Relations entre modifications de la constitution botanique et rendements en foin

A chaque coupe ont été analysés les effets des différentes fumures sur les p. 100 des constituants botaniques du foin sec.

Dans le tableau XIX sont récapitulés, pour chaque parcelle, les p. 100 en poids des constituants botaniques du foin de chaque coupe, du regain ainsi que de la récolte totale de 1949. La figure 16 représente graphiquement chaque rendement total parcellaire et du témoin correspondant, subdivisé en 3 parties correspondant aux 3 catégories de constituants botaniques.

Les conclusions sont les suivantes :

a) Fumures PK, sans Azote.

Les fumures PK sont celles qui ont le plus avantagé les Légumineuses. A ce point de vue seulement elles sont supérieures aux fumures azotées. La forte fumure PK 320 + 392 + 0 a provoqué une augmentation de la proportion des Légumineuses d'environ 10 p. 100 par rapport à la fumure PK, témoin 128 + 147 + 0, et une diminution de la proportion d'espèces diverses du même ordre de grandeur.

Mais en ce qui concerne le rendement total en foin, le gain réalisé sur le témoin n'est qu'insignifiant.

b) Fumures avec Azote.

Les Graminées prennent un développement considérable dans toutes les parcelles avec Azote, surtout dans celles ayant reçu les 2 applications de $So_4(NH_4)_2$, un peu moins dans celles où il n'y a eu, ou bien qu'une seule application de $SO_4(NH_3)_2$, ou bien apport de NO_3Na.

Parallèlement, et en sens inverse de l'accroissement des Graminées il y a une diminution très sensible du p. 100 des Légumineuses, proportionnelle à la quantité d'Azote apportée, ainsi qu'une diminution de la proportion des espèces diverses, surtout dans les parcelles à fumure complète PKN (320 + 392 + 200), moindre dans la parcelle où une seule application d'Azote a été faite (parcelle 9) ainsi que dans la parcelle Azote seul.

Quant au rendement total en foin, toutes les parcelles avec Azote ont un rendement significativement supérieur au témoin PK. Par contre, la différence n'est pas significative entre Azote seul et témoin PK, ni entre fumure PN (sans Potasse : 320 + 0 + 200) et témoin PK.

L'augmentation du rendement total des parcelles avec Azote, par rapport au témoin PK est de l'ordre de + 17 p. 100 dans le cas de l'application unique d'Azote avant la première coupe, de + 24 à 30 p. 100 dans le cas de deux applications, la deuxième ayant eu lieu après la 3e coupe.

c) Absence de fumure minérale.

Les espèces diverses atteignent ici leur plus grande expansion. Leur proportion en poids dépasse de 40 p. 100 environ celle qu'elles atteignent chez le témoin PK.

Quant au rendement, le gain dû à ce dernier traitement (128 + 147 + 0) sur l'absence totale de fumure minérale, est peu marqué et non significatif en première année d'expérimentation, l'état initial de la prairie étant très bon.

DEUXIÈME ANNÉE 1950

Les modifications apportées aux formules de fumures de 1949 ont été indiquées au début de cet exposé.

Comme pour l'année 1949, les résultats relatifs à chaque coupe seront analysés successivement.

Première coupe

1. — Observations sur la végétation des parcelles le 3 mai

a) Parcelles sans Azote.

Témoins PK 128 + 147 + 0. La densité de la végétation en Graminées est moyenne. Le *Dactyle*, haut de 0,80 cm à 0,85 cm, est en pleine floraison. Le *Fromental*, haut de 0,85 cm, est en début de floraison.

Les Légumineuses forment un tapis abondant, assez court ; le *Trèfle violet* a une hauteur de 0,30 à 0,40 cm, le *Trèfle blanc* de 0,25 à 0,35 cm. Ce dernier à des feuilles plus larges dans la parcelle 14 à l'extrémité Ouest que vers le milieu de la prairie. Les plantes diverses sont assez abondantes : *Panais* 0,40 cm, *Barkhausia* en fleurs 0,50 cm, *Plantains* 0,45 cm, *Renoncules* en fleurs 0,45 cm, *Gaillet jaune* 0,50 cm, *Gaillet blanc* 0,40 cm.

La végétation de la parcelle 2 (320 + 392 + 0), sensiblement égale en hauteur à celle des témoins paraît cependant présenter un peu plus de Graminées et d'espèces diverses.

b) Parcelle avec Azote.

Elles sont riches en Graminées, surtout en *Fromental* haut de 0,90 cm qui atteint même 105 à 115 cm dans la parcelle 12 où il y a aussi beaucoup de *Dactyle* haut de 100 à 110 cm. Ce dernier est vigoureux mais moins avancé physiologiquement dans la parcelle 13 sans Potasse. Les Légumineuses sont bien visibles dans les parcelles 6, 9 ; plus rares dans les parcelles 3 et 13. Les espèces diverses sont bien visibles partout, la plupart sont en floraison.

c) Parcelle sans fumure minérale.

La végétation est nettement plus courte que dans toutes les autres parcelles. Les Graminées sont peu abondantes ; parmi celles-ci prédomine le *Dactyle*, haut de 0,70 cm. Les Légumineuses sont assez basses et rares : *Trèfle violet* 0,25 cm ; *Trèfle blanc* 0,20 cm. Quelques Lotiers sont en début de floraison. Les plantes diverses sont envahissantes : *Plantains, Barkhausia, Pissenlits* et *Renoncules*, leurs fleurs donnent un aspect jaune uniforme à la parcelle 5.

2. — Constitution botanique du foin

La composition botanique du foin sec de la 1re coupe est indiquée dans le tableau XXI.

Les pertes en eau à l'étuve des constituants botaniques du fourrage de 1re coupe, qui ont servi de base pour la détermination des p. 100 en sec sont les suivantes : Graminées 75,4 p. 100, Légumineuses 81,0 p. 100, espèces diverses 84,4 p. 100.

Des p. 100 extrêmement élevés en Graminées se rencontrent dans les parcelles 12 (320 + 392 + 50) et 13 (320 + 0 + 50), ils dépassent 85 p. 100. On ne constate pas de différences d'ordre botanique entre la formule avec Potasse et celle sans Potasse.

Des p. 100 élevés en Graminées, inférieurs cependant à ceux des parcelles ayant reçu 50 kg d'Azote en 1re application, sont constatés dans les parcelles suivantes qui n'ont reçu que 25 kg d'Azote : parcelle 10 (128 + 147 + 25) 65,6 p. 100 et 6 (0 + 0 + 25) 69,3 p. 100.

Les parcelles 2 (320 + 392 + 0) et 5 (sans engrais) présentent des p. 100 de Graminées sensiblement égaux, mais dans la 2 la proportion de Légumineuses est élevée, tandis que dans la 5 elle diminue, devenant moitié de celle du témoin PK 128 + 147 + 0 ; la place des Légumineuses est prise par les espèces diverses.

Les p. 100 les plus faibles en Légumineuses se rencontrent dans toutes les parcelles avec Azote, leur diminution est proportionnelle à la quantité d'Azote apportée.

Les p. 100 les plus faibles en espèces diverses se rencontrent également dans les parcelles avec Azote. En résumé, l'Azote augmente le p. 100 des Graminées au détriment des Légumineuses et des espèces diverses. La formule phosphopotassique PK 128 + 147 + 0 augmente la proportion de Légumineuses au détriment des espèces diverses.

Tableau XXI

p. 100 des constituants botaniques du foin sec pour l'année 1950

Parcelles	Graminées							Légumineuses							Espèces diverses						
	1re Coupe	2e Coupe	3e Coupe	4e Coupe	Regain	Moyen. année	% p/rapp. au témoin	1re Coupe	2e Coupe	3e Coupe	4e Coupe	Regain	Moyen. année	% p/rapp. au témoin	1re Coupe	2e Coupe	3e Coupe	4e Coupe	Regain	Moyen. année	% p/rapp. au témoin
Témoin 2.....	39,7	42,3	31,7	41,7	44,3	39,9		43,2	32,9	28,8	26,8	25,6	31,5		17,1	24,8	39,5	31,5	30,1	28,6	
2.....	48,2	43,7	28,0	41,7	*62,7*	44,9	*111,5*	37,6	34,3	*40,3*	*33,3*	23,2	*33,7*	*106,9*	14,2	22,0	31,7	25,0	14,1	21,4	*74,7*
Témoin 3.....	38,6	35,7	26,0	37,7	45,8	36,8		43,5	35,5	28,9	27,5	25,2	32,1		17,9	28,8	45,1	34,8	29,0	31,1	
3.....	*84,8*	*67,1*	*63,4*	*57,7*	*74,4*	*69,5*	*188,8*	4,8	20,9	2,4	4,2	1,8	6,8	*21,1*	10,4	12,0	34,2	38,1	23,8	23,7	*76,2*
Témoin 5.....	39,1	30,5	20,6	32,6	45,1	33,6		41,7	38,1	28,3	27,6	22,0	31,5		19,2	31,4	51,1	39,8	32,9	34,9	
5.....	41,5	33,8	17,9	28,1	49,8	33,3	99,0	20,3	18,6	16,5	16,9	13,3	17,1	*54,2*	*38,2*	*47,6*	*65,6*	*55,0*	36,9	*48,6*	*139,2*
Témoin 6.....	40,7	31,9	20,9	31,6	42,9	33,6		39,7	38,0	27,7	26,5	19,4	30,3		19,6	30,1	51,4	41,9	37,7	36,1	
6.....	*69,3*	*61,7*	44,3	*54,6*	*66,7*	59,3	*176,5*	13,2	9,7	6,6	5,4	4,9	8,0	*26,4*	17,5	28,6	*49,1*	40,0	28,4	32,7	*90,6*
Témoin 9.....	39,1	28,8	19,4	27,1	41,3	31,1		38,3	40,2	31,0	27,2	17,8	30,9		22,6	31,0	49,6	45,7	40,9	38,0	
9.....	52,7	56,2	37,5	40,8	53,4	48,1	*154,3*	29,2	14,0	15,6	13,1	17,2	17,8	*57,6*	18,1	29,8	*46,9*	*46,1*	29,4	34,1	*89,7*
Témoin 10.....	35,9	24,4	17,5	23,8	41,9	28,7		39,0	42,5	34,9	29,0	18,9	32,9		25,1	33,1	47,6	47,2	39,2	38,4	
10.....	*65,6*	*68,5*	36,4	37,4	58,0	53,2	*185,3*	23,9	17,8	23,0	25,6	22,8	22,6	*68,7*	10,5	13,7	40,6	37,0	19,2	24,2	*63,0*
Témoin 12.....	32,6	21,3	16,7	23,9	44,2	27,7		45,8	50,6	43,4	38,1	26,1	40,8		21,6	28,1	39,9	38,1	29,7	31,5	
12.....	*87,3*	*83,1*	57,8	*57,3*	*68,1*	*70,7*	*255,2*	6,5	3,7	6,5	11,2	12,4	8,1	*19,8*	6,2	13,2	35,7	31,5	19,5	21,2	*67,3*
Témoin 13.....	32,6	22,6	17,7	27,4	45,7	29,2		51,9	56,1	47,9	45,3	32,2	46,7		15,6	21,3	34,4	27,3	22,1	24,1	
13.....	*89,3*	*83,2*	*65,2*	48,8	*80,3*	*73,4*	*251,3*	7,9	2,6	5,4	21,9	4,2	8,4	*17,9*	2,8	14,2	29,4	29,3	15,5	18,2	*75,5*

3. — Rendements

Les rendements à l'hectare en foin sec de la première coupe figurent au tableau XXII.

Les rendements les plus élevés sont ceux des parcelles avec Azote 9, 10, 12, 13. La parcelle 10 (28 + 147 + 25) a un rendement un peu inférieur aux parcelles qui ont reçu 50 kg d'Azote au lieu de 25.

La parcelle 13, bien que sans Potasse depuis 1949 se maintient à un niveau à peu près égal à celui de la 12.

Les rendements des parcelles 2 et 3 sont égaux à ceux des témoins, ce fait est à mettre en relief car la 2 a reçu 320 + 392 + 0 depuis 1949 tandis que la 3 privée de P_2O_5 et K_2O depuis 1949, n'a reçu que de l'Azote.

Le rendement de la parcelle sans fumure s'abaisse à 75 p. 100 de celui des témoins superpotassiques.

Deuxième coupe

1. — Observations sur la végétation le 15 juin

a) Parcelles sans Azote.

Chez les témoins PK 128 + 147 + 0, on constate que les Graminées sont assez éparses, le *Fromental* est au stade de floraison. Le tapis de Légumineuses est assez court et dense. Le *Trèfle blanc* se trouve en pleine floraison et prédomine sur les autres Légumineuses sauf dans la parcelle 14, à l'Ouest de la prairie où la végétation est un peu moins avancée et où le *Trèfle violet* domine. Les espèces diverses sont partout bien visibles, notamment les *Panais* et *Plantains* en début de floraison, les *Gaillets blancs* et *jaunes*, en pleine floraison.

b) Parcelles avec Azote.

Ici le peuplement en *Fromental* est supérieur aux témoins en densité et hauteur. Quelques *Houlques* sont en floraison dans la parcelle 6 (0 + 0 + 50) où les Légumineuses sont en diminution par rapport aux autres parcelles à fumure complète, notamment le Trèfle blanc en est presque absent. Dans les autres parcelles, le tapis de Légumineuses es t équilibré en *Trèfle blanc* et *Trèfle violet*. Dans la 12 (390 + 392 + 100) c'est le *Trèfle violet* qui domine. Partout on observe une bonne densité en espèces diverses.

c) Parcelle sans fumure minérale.

Dans la parcelle 5 on n'observe que peu de Graminées. Le tapis de Légumineuses et d'espèces diverses est nettement plus court que dans les témoins : 0,20-0,25 cm au lieu de 0,30-0,35 cm. Les espèces diverses abondent, surtout les *Barkhausia* et les *Plantains* en inflorescences.

TABLEAU XXII

Rendements en foin sec aux différentes coupes en 1950

N° parcelles	1re Coupe			2e Coupe			3e Coupe			4e Coupe			Rendement total Foin 1950 (1)			Évaluation rdt. Regain 4e Coupe (2)			Rendement total Foin + Regain		
	Rendement témoin Kg/Ha	Rendement parcelle Kg/Ha	Rendement relatif %	Rendement témoin Kg/Ha	Rendement parcelle Kg/Ha	Rendement relatif %	Rendement témoin Kg/Ha	Rendement parcelle Kg/Ha	Rendement relatif %	Rendement témoin Kg/Ha	Rendement parcelle Kg/Ha	Rendement relatif %	Rendement témoin Kg/Ha	Rendement parcelle Kg/Ha	Rendement relatif %	Rendement témoin Kg/Ha	Rendement parcelle Kg/Ha	Rendement relatif %	Rendement témoin Kg/Ha	Rendement parcelle Kg/Ha	Rendement relatif %
2	4 460	4 550	102,0	2 870	2 840	98,9	2 230	2 300	103,2	2 080	2 100	101,0	11 640	11 790	101,3	1 830	2 120	*115,5*	13 470	13 910	103,2
3	4 370	4 420	101,2	2 860	2 930	102,4	2 360	1 700	*72,0*	2 110	1 740	*82,5*	11 700	10 785	*92,1*	1 820	1 395	*76,7*	13 520	12 180	*90,1*
5	4 420	3 350	*75,7*	2 955	2 115	*71,6*	2 390	1 460	*61,1*	1 990	1 120	*56,5*	11 740	8 045	*68,5*	1 760	0 720	*41,0*	13 500	8 765	*65,0*
6	4 550	5 090	*111,7*	3 055	2 985	97,7	2 280	1 810	*79,1*	1 840	2 070	*112,8*	11 730	11 960	101,9	1 710	1 810	106,0	13 440	13 770	102,4
9	4 510	5 890	*130,6*	3 110	3 695	*118,8*	2 080	2 115	101,7	1 740	2 100	*120,4*	11 440	13 800	*120,6*	1 480	1 570	106,2	12 920	15 370	*118,9*
10	4 330	5 350	*123,6*	3 060	3 510	*114,7*	1 980	1 700	*86,0*	1 800	2 220	*123,3*	11 170	12 780	*114,4*	1 290	1 610	*124,4*	12 460	14 390	*115,5*
12	4 100	5 410	*132,0*	3 130	3 575	*114,2*	2 100	2 208	105,0	2 160	2 490	*115,0*	11 500	13 680	*118,9*	1 330	1 930	*144,9*	12 830	15 610	*123,2*
13	4 050	5 410	*133,5*	3 255	3 360	103,2	2 330	2 450	105,1	2 470	2 945	*119,3*	12 110	14 165	*116,9*	1 550	1 685	108,7	13 660	15 850	*116,0*

(1) 4 coupes des parcelles de 750 m², rendement en foin séché sur pré.
(2) Évaluation du rendement du regain, moyenne de 3 sous-parcelles par fumure. Foin séché à l'étuve.

2. — Constitution botanique du foin

La constitution botanique du foin sec de la deuxième coupe est indiquée dans le tableau XXI. Les pertes en eau à l'étuve des constituants botaniques du fourrage de deuxième coupe qui ont servi de base pour la détermination des p. 100 en sec, sont : Graminées 67,4 p. 100 ; Légumineuses 82,5 p. 100 ; espèces diverses 84,0 p. 100.

Toutes les parcelles avec Azote ont toujours une proportion de Graminées beaucoup plus forte et une proportion de Légumineuses beaucoup moins élevée que les témoins phosphopotassiques.

Les p. 100 les plus élevés en Graminées se trouvent, de même qu'en première coupe dans les parcelles 12 (320 + 392 + 100) et 13 (320 + 0 + 100). Il n'y a aucune différence de composition botanique entre les deux parcelles avec ou sans Potasse.

La parcelle 3 (0 + 0 + 100, ancienne 0 + 0 + 200) présente maintenant en 2e coupe exactement les mêmes proportions des 3 groupes de constituants botaniques que la parcelle 10 (128 + 147 + 50, ancienne 390 + 392 + 200).

Il y a peu de différences, — excepté une proportion moindre d'espèces diverses dans la parcelle 2 (320 + 392 + 0) —, entre cette dernière parcelle 2 et les témoins PK (128 + 147 + 0).

Dans la parcelle 5 sans engrais la proportion des Légumineuses est inférieure aux témoins tandis que les espèces diverses prennent une place plus importante.

Par rapport à la 2e coupe de 1949 l'application de la 2e fraction d'Azote (qui n'avait pas été effectuée en 1949) a augmenté tous les p. 100 de Graminées par rapport à ceux observés en 2e coupe de 1949. Les témoins phosphopotassiques au contraire ont tous des p. 100 de Graminées légèrement inférieurs à ceux de 2e coupe 1949. L'application d'Azote après la première coupe a donc marqué d'une manière sensible sur les Graminées en 1950. Parallèlement et inversement, les Légumineuses sont en diminution dans les parcelles azotées, par rapport à la 2e coupe de 1949 ; également les espèces diverses sont en légère diminution.

3. — Rendements

Les rendements à l'hectare en foin sec de la deuxième coupe figurent au tableau XXII.

Les rendements les plus élevés sont ceux des parcelles 9 (128 + 147 + 100), 10 (128 + 137 + 50), 12 (320 + 392 +100) qui dépassent les témoins respectivement de + 20 et + 15 p. 100. Il n'y a donc pas de différence en 2e coupe entre les parcelles qui ont reçu 320 + 392 + Azote en 1949 et 1950 et celles qui ont reçu d'une part en 1949, 320 + 392 + Azote et d'autre part seulement 128 + 147 + Azote en 1950.

Par contre on observe une diminution du rendement dans la parcelle 13

qui n'a pas reçu de Potasse en 1949 et en 1950. Le rendement de cette dernière parcelle est à peu près égal à celui du témoin en 2e coupe alors qu'il le surpassait de 33,5 p. 100 en première.

La parcelle 6 (ancienne 320 + 392 + 200, ramenée en 1950 à 0 + 0 + 50) présente maintenant un rendement inférieur au témoin, alors qu'en première coupe son rendement le dépassait encore de 11,7 p. 100.

La parcelle 3 (Azote seul 1949 et 1950) a encore un rendement assez peu inférieur au témoin et égal à celui de la parcelle 2 à forte fumure phosphopotassique depuis 2 ans.

Toutes les parcelles à fumure PK plus une 2e fraction d'Azote après 1ere coupe ont un rendement en 2e coupe supérieur à celui qu'elles avaient eu en 1949 sans la 2e application d'Azote, tandis que les témoins, sans Azote, à fumure phosphopotassique seule, ont le même rendement qu'en 2e coupe 1949.

Troisième coupe

1. — Observations sur la végétation le 1er août

a) Parcelles sans Azote.

Témoins PK 128 + 147 + 0. Ces parcelles présentent peu de Graminées mais un bon tapis assez court de Légumineuses ; les espèces diverses y sont aussi bien représentées : les *Carottes*, les *Gaillets jaunes* sont en fleurs, les *Achillées*, *Barkhausia* et *Panais*, en feuilles.

b) Parcelles avec Azote.

Partout on constate un bon peuplement en Graminées, principalement en *Fromental*, celui-ci est bien remonté en panicules dans les parcelles 12 et 13 où également on observe une bonne densité en *Dactyle* remonté seulement en feuilles. Les Légumineuses sont presque partout rares : on observe quelques *Trèfles violets* encore en fleurs ou au stade de maturité. Les plantes diverses sont assez abondantes, en particulier les *Panais* et les *Carottes* en fleurs ou au stade de début maturité.

La parcelle 3 (Azote seul 1949 et 1950) présente sensiblement l'aspect de la parcelle 5 (sans fumure minérale) par suite de la faiblesse de sa végétation, mais avec cette différence que les Graminées s'y trouvent plus abondantes.

c) Parcelle sans fumure minérale.

La végétation est faible, courte, peu dense. Le *Lotier* y est toujours visible, dépassant les *Trèfles*, les *Barkhausia* et *Gaillets* courts.

2. — Constitution botanique du foin

La composition botanique du fourrage vert et du foin sec de la troisième coupe est indiquée dans le tableau XXI.

Les pertes en eau à l'étuve des constituants botaniques du fourrage de

troisième coupe, qui ont servi de base pour la détermination des p. 100 en sec sont les suivantes : Graminées 68,7 p. 100 ; Légumineuses 72,9 p. 100 ; espèces diverses 78,0 p. 100.

Les p. 100 les plus élevés en Graminées se retrouvent, ainsi qu'en première et deuxième coupes, dans les parcelles 13 (320 + 0 + 150) et 12 (320 + 392 + 150) et aussi dans la 3 (0 + 0 + 150) (Azote seul). C'est surtout dans cette dernière parcelle que marque l'application de la 3e fraction d'azote après deuxième coupe. L'abaissement du p. 100 des Légumineuses se poursuit dans les parcelles 6 (0 + 0 + 75) et 9 (128 + 147 + 150), ce comportement est donc l'inverse de celui des espèces diverses. La proportion la plus élevée de Légumineuses se constate dans la parcelle 2 (320 + 392 + 0) à forte fumure phosphopotassique en 1949 et en 1950, ensuite chez les témoins PK 128 + 147 + 0.

Par rapport à la troisième coupe de 1949. — Les p. 100 des Graminées sont plus élevés qu'en 1949 dans les parcelles avec Azote car en 1950 elles ont reçu une 3e application de cet élément après la deuxième coupe. Au contraire, les témoins à fumure phosphopotassique seule présentent des proportions de Graminées plus faibles qu'en troisième coupe de 1949. Chez ces derniers les espèces diverses sont en légère augmentation sur 1949, ainsi que chez les parcelles avec Azote, en compensation d'une diminution des Légumineuses.

3. — Rendements

Les rendements à l'hectare en foin sec de la troisième coupe, sont indiqués dans le tableau XXII.

Aucune fumure ne donne de résultats sensiblement supérieurs aux témoins. Au contraire certaines parcelles avec Azote ont un rendement inférieur, mais ce sont en particulier celles qui n'ont pas reçu d'éléments P_2O_5 et K_2O : les parcelles 3 (0 + 0 + 150) et 6 (0 + 0 + 75) ; cependant la parcelle 13 (320 + 0 + 150) bien que privée de K_2O depuis 1949 a un rendement égal au témoin. C'est donc P_2O_5 qui a l'importance la plus grande en ce qui concerne le rendement.

Par rapport à 1949 on constate une infériorité importante des rendements des témoins en 1950, de l'ordre de — 32,8 p. 100. D'ailleurs toutes les autres formules de fumures ont également des rendements inférieurs à ceux de 1950. Il s'agit donc de l'influence de conditions particulières à l'année. La diminution la plus considérable s'observe chez la parcelle sans fumure minérale dont le rendement n'est plus que d'environ 60 p. 100 du témoin PK.

Quatrième coupe

1. — Observations sur la végétation le 14 septembre

a) Parcelles sans Azote.

Témoins PK 128 + 147 + 0. La densité en Graminées est faible, très rares sont les *Fromental* en panicules. La végétation est presque exclusivement

constituée par un bon tapis dense de Légumineuses et d'espèces diverses dont la hauteur croît à mesure qu'on va d'Est en Ouest (0,20 cm à 0,30-0,35 cm). Les Légumineuses ont des feuilles larges dans le témoin 14, où domine le *Trèfle blanc*. Les *Barkhausia* et *Plantains* dépassent de peu les Légumineuses.

Dans la parcelle 2, à forte fumure superpotassique le tapis est court mais sa composition botanique est bien équilibrée.

b) Parcelles avec Azote.

Dans ces parcelles la densité est toujours forte en Graminées, exclusivement représentées par le *Fromental*. Les espèces diverses paraissent dominer sur les Légumineuses, surtout dans la parcelle 3 (Azote seul). Dans cette dernière la hauteur du tapis a 10 cm de moins que dans les parcelles 10, 12. Les espèces diverses les plus visibles sont les *Barkhausia*, les *Plantains*, les *Gaillets* et les *Achillées*.

c) Parcelles sans fumure minérale.

Ici la végétation est très courte, atteignant tout au plus 0,12 cm. Les Graminées sont absentes ou presque ; les *Trèfles* et *Lotiers* ont des feuilles petites ; les espèces diverses, *Barkhausia* et *Plantains* qui prédominent, ont également des feuilles plus étroites que dans les parcelles 10, 12.

2. — Constitution botanique du foin

La constitution botanique du foin sec de la quatrième coupe est indiquée dans le tableau XXI. Les bases de la détermination des poids secs par rapport au poids vert des 3 catégories de constituants sont les pertes en eau suivantes pour la quatrième coupe : Graminées 70, 4 p. 100 ; Légumineuses 77,8 p. 100 ; espèces diverses 82,3 p. 100.

Les p. 100 les plus élevés en Graminées et les proportions les plus faibles en Légumineuses se constatent toujours dans les parcelles ayant reçu de l'Azote après 3e coupe.

Dans la parcelle 2 (320 + 392 + 0) le p. 100 de Graminées est égal à celui des témoins, mais les Légumineuses ont pris du développement au détriment des espèces diverses. C'est dans cette parcelle qu'on trouve le p. 100 le plus faible en espèces diverses, et le p. 100 le plus élevé en Légumineuses, de tout l'essai en 4e coupe. Tandis que le p. 100 le plus considérable en espèces diverses se constate, de même qu'à toutes les coupes précédentes, dans la parcelle 5 sans fumure minérale.

Par rapport à 1949. — Les proportions des Graminées sont en général sensiblement moins élevées en quatrième coupe 1950 qu'en 1949 dans les parcelles ayant reçu de l'Azote après 3e coupe. Ceci paraît dû au fait que l'aptitude à la repousse des Graminées se trouve épuisée par les 4 doses successives d'Azote apportées en 1950.

3. — Rendements

Les rendements à l'hectare en foin sec, de la quatrième coupe, sont indiqués dans le tableau XXII. Tous les rendements sont moins élevés que ceux de la quatrième coupe de 1949 ; la moyenne des témoins de 1950 est inférieure de 39 p. 100 à celle de 1949. Les rendements les meilleurs sont ceux des parcelles à fumure complète azotée : 6, 9, 10, 12. La parcelle 2 à forte fumure phospho-potassique n'a pas un rendement supérieur au témoin; tandis que la parcelle 5 (sans fumure minérale) a un rendement inférieur de — 43,5 p. 100 au témoin.

Regain après quatrième coupe

1. — Observations sur la végétation le 6 décembre

a) Parcelles sans Azote.

La végétation est assez courte, mais bien équilibrée en tous constituants.

b) Parcelles avec Azote.

La végétation est bien fournie en Graminées, plus hautes que dans les témoins. Le tapis de Légumineuses est bon dans les parcelles 9, 10, plus riche en espèces diverses surtout dans les parcelles 3, 6, 12. La végétation est jaunissante dans la parcelle 3 (Azote seul depuis deux ans).

c) Parcelle sans fumure minérale.

La végétation, très courte est bien représentée en toutes espèces y compris les Graminées et les espèces diverses *Barkhausia, Plantains.*

Contrairement aux prairies voisines qui n'ont subi que trois coupes et dont le regain est constitué par de nombreuses touffes de Fromental hautes et jaunissantes, les parcelles de la prairie d'expériences (excepté la 5 sans engrais et la 2 azote seul), présentent un regain bien vert, régulier, plus riche en Légumineuses et en espèces diverses.

2. — Constitution botanique du foin

La constitution botanique du foin sec du regain après quatrième coupe est indiquée dans le tableau XXI.

Les pertes en eau à l'étuve des constituants botaniques du fourrage qui ont servi de base pour la détermination des p. 100 en sec sont : Graminées 75,0 p. 100 ; Légumineuses 80,7 p. 100 ; espèces diverses 83,9 p. 100.

Les proportions de Graminées sont, pour toutes les parcelles, supérieures à celles de la quatrième coupe ; les p. 100 d'espèces diverses partout inférieurs à ceux de la quatrième coupe ; les p. 100 de Légumineuses sont inférieurs ou égaux.

Dans toutes les parcelles la proportion d'espèces diverses est plus faible que chez le témoin phosphopotassique, excepté dans la parcelle 5, sans fumure minérale.

Par rapport au regain de 4e coupe de 1949. — L'action de l'Azote sur les Graminées est bien plus sensible en 1950 dans la parcelle 6 (0 + 0 + 200) qu'en 1949 lorsque cette même parcelle recevait la même dose d'Azote mais accompagnée de 320 P_2O_5 + 392 K_2O ; en contre-partie les espèces diverses ont diminué. L'action de l'Azote sur le développement des Graminées est moins sensible en 1950 dans la parcelle 10 (128 + 147 + 100) qu'en 1949 lorsqu'elle recevait 320 + 392 + 200 ; par compensation le p. 100 des Légumineuses a augmenté en 1950.

Dans la parcelle 13 sans potasse (320 + 0 + 200, formule inchangée) l'évolution se poursuit de la même manière qu'en 1949 ; augmentation des Graminées, diminution des espèces diverses.

A titre de comparaison, l'analyse botanique du regain de la même prairie, mais dans une partie extérieure aux essais, ayant reçu la fumure 128 + 147 et fauchée à 3 reprises seulement au lieu de 4 en 1950, a donné les résultats suivants :

Graminées 66,7 p. 100 ; Légumineuses 13,1 p. 100 ; espèces diverses 20,2 p. 100, c'est-à-dire une composition pondérale presque identique à celle du regain de la parcelle 12, ayant reçu la fumure la plus forte 320 + 392 + 200, dont la composition est : Graminées 68,1 p. 100 ; Légumineuses 12,4 p. 100 ; espèces diverses 19,5 p. 100.

3. — Rendements

Le rendement du regain a été évalué, comme en 1949, à partir des moyennes des 3 sous-parcelles, car il n'était pas effectué de coupe dans les conditions culturales, à une date aussi avancée.

Les rendements du regain des parcelles, exprimés en kg à l'hectare de foin (séché à l'étuve), sont indiqués dans le tableau XXII.

Le rendement le plus élevé est celui de la parcelle 2 (320 + 392 + 0), ensuite ceux des parcelles 12 (320 + 392 + 200) et 6 (0 + 0 + 100). Sont égaux au rendement des témoins les regains des parcelles 9 (128 + 147 + 200), 10 (128 + 147 + 100) et 13 (320 + 0 + 200) ; est inférieur celui de la parcelle 3 (0 + 0 + 200).

La parcelle 5 (sans engrais) qui a eu toute l'année un rendement inférieur à celui des autres parcelles présente un regain sensiblement égal à celui du témoin.

L'évaluation du rendement du regain de la même prairie, mais dans une partie extérieure aux essais (coupée 3 fois seulement au lieu de 4), dont le résultat de l'analyse botanique a été donné précédemment, indique un rendement de l'ordre de 2 000 kg/ha, donc sensiblement égal à celui de la 4e coupe de la par-

celle 2 (320 + 392 + 200). Mais ce dernier regain est constitué principalement par du Fromental séché sur pied, peu appété par les moutons, tandis que les regains des parcelles de l'essai coupées 4 fois, sont jeunes, verts et très appétés.

Résumé des observations concernant les Récoltes de 1950

Relations entre modifications de la constitution botanique et rendements en foin

Dans le tableau XXI on trouve récapitulés, pour les différentes parcelles, les p. 100 en poids des constituants botaniques du foin pour chaque coupe, le regain, et la récolte totale de 1950.

La figure 17 représente chaque rendement parcellaire total et du témoin correspondant, subdivisé en 3 parties correspondant aux 3 catégories de constituants botaniques.

Les conclusions sont les suivantes :

a) Fumures PK sans Azote.

Dans le produit de la récolte des témoins PK (128 + 147 + 0) on constate une diminution de la proportion des Graminées, de 41,7 p. 100 en 1949 à 33,8 p. 100 en 1950. La proportion des espèces diverses demeure très exactement stationnaire. Mais par contre le phénomène le plus important est l'accroissement de la proportion des Légumineuses, qui passe de 26,6 en 1949 à 34,5p.100 en 1950. Cette augmentation se constate, bien marquée également chez la parcelle 2 à forte fumure PK (320 + 392 + 0), de 30,7 à 33,7 p. 100. Dans cette même parcelle il y a augmentation des Graminées de 41,3 en 1949 à 44,9 p. 100 en 1950 et diminution des espèces diverses de 28,0 à 21,4 p. 100 en 1950.

Mais le rendement total en foin de cette même parcelle à forte fumure PK 320 + 392 + 0 ne présente pas de différence significative par rapport anx témoins 128 + 147 + 0. L'intérêt de l'augmentation cousidérable de la fumure en P_2O_5 et K_2O au-dessus des proportions de la fumure témoin ne se justifie donc pas pratiquement pour ce qui est du rendement quantitatif.

b) Fumures avec Azote.

On a constaté que les fumures phosphopotassiques employées seules avaient accru le p. 100 de Légumineuses des témoins. Les fumures azotées au contraire ont diminué cette proportion. L'écart s'accentue donc de part et d'autre entre les compositions botaniques respectives des témoins et des parcelles avec Azote.

Dans toutes les parcelles qui ont continué à recevoir de l'Azote en 1950, la proportion moyenne des Légumineuses a encore continué à s'abaisser, excepté dans la parcelle 10 où elle est stationnaire car dans cette parcelle la quantité d'Azote apportée en 1950 a été inférieure à celle employée en 1949 (100 kg au lieu de 200 kg). La diminution du p. 100 des Légumineuses a été proportionnelle à la quantité d'Azote apportée.

Le même phénomène se constate sur les Graminées, dans la parcelle 9 ; celle-ci reçoit en 1950, 200 kg d'Azote au lieu de 100 en 1949, aussi son p. 100 moyen en Graminées augmente-t-il de 124,7 p. 100 en 1949 à 154,3 p. 100 en 1950.

En ce qui concerne le rendement total en foin, toutes les parcelles avec Azote, de même qu'en 1949, ont un rendement significativement supérieur au témoin PK, à l'exception cependant de la 3 (0 + 0 + 200 depuis 2 ans) et la 6 (nouvelle 0 + 0 + 100, ancienne 320 + 392 + 200 (du NO_3Na)).

L'augmentation du rendement total des parcelles avec Azote par rapport au témoin PK est comprise entre + 15,5 et + 23, 2 p. 100.

c) Absence de fumure minérale.

Par rapport au témoin PK, la parcelle sans fumure minérale présente une composition moyenne du foin de la récolte totale sensiblement égale quant à la proportion des Graminées, mais nettement inférieure (54,2 p. 100) en ce qui concerne les Légumineuses, et au contraire très supérieure (139,2 p. 100) pour les espèces diverses. C'est la même constatation qu'en 1949.

Quant au rendement total en foin, le gain de la fumure PK qui, par rapport à l'absence de fumure, n'était pas encore sensible en 1949, devient maintenant très nettement significatif, atteignant + 35 p. 100 en 1950.

TROISIÈME ANNÉE 1951

Aucune modification n'a été apportée aux fumures de la deuxième année 1950. De même que pour les années précédentes les résultats seront examinés dans l'ordre chronologique des coupes.

Première coupe

1. — Observations sur la végétation des parcelles le 3 mai

a) Parcelles sans Azote.

Ces parcelles présentent une densité moyenne en Graminées. Le *Fromental* haut de 100 cm, se trouve en pleine floraison, à peu près en proportions égales avec le *Dactyle* haut de 0,90-0,95 cm. Le tapis de Légumineuses est dense, son développement est plus ou moins avancé suivant les parcelles. En début Est de la prairie dominent le *Trèfle violet* en pleine floraison, à l'Ouest les *Trèfles violets* et les *Trèfles blancs* s'équilibrent, ces derniers ne sont pas encore fleuris. Les *Trèfles violets* présentent des feuilles plus larges dans les parcelles témoins situées du côté Ouest. Certaines espèces diverses dépassent le tapis des Légumineuses, ce sont les *Barkhausia* encore très peu fleuris, les *Gaillets jaunes* et les *Renoncules* en fleurs.

La parcelle 2 à forte fumure PK (320 + 392 + 0) présente un excellent peuplement en Graminées et Légumineuses. L'aspect de la végétation est le même que pour les témoins. Les *Trèfles blancs* ont des feuilles larges, comme dans les parcelles Ouest 12, 13, 14.

b) Parcelles avec Azote.

Les Graminées sont partout nettement plus denses et plus hautes que dans les parcelles sans Azote. En plus des *Fromental* et *Dactyle* sont visibles les *Paturins* et la *Houlque*. Le tapis des Légumineuses et espèces diverses est très dense. Les espèces diverses sont plus visibles en 9 et 10 (128 + 147 + 50 et 128 + 147 + 25) qu'en 12 (320 + 392 + 50) et 13 (320 + 0 + 50) ; elles sont vigoureuses, en particulier les *Barkhausia, Panais* et *Plantains*.

c) Parcelle sans fumure minérale.

La végétation est plus courte que chez les témoins et les parcelles avec Azote, le *Fromental* n'a ici que 0,85 cm. Le *Trèfle violet* est en pleine floraison, le *Lotier corniculé* est en début de floraison. Les espèces diverses sont nombreuses, les plus visibles actuellement sont les *Barkhausia* en début de floraison, les *Gaillets jaune et blanc* en pleine floraison.

2. — Constitution botanique du foin

La constitution botanique du foin sec de la première coupe, est indiquée dans le tableau XXIII.

Les bases de la détermination des poids secs des 3 catégories de constituants botaniques, par rapport à leur poids en vert ont été les pertes en eau à l'étuve suivantes, pour la première coupe de 1951 :

Graminées 72,7 p. 100 ; Légumineuses 81,5 p. 100 ; espèces diverses 85,8 p. 100.

En ce qui concerne les Graminées les p. 100 les plus élevés se rencontrent dans les parcelles 3, 13, 6, 9, 10, 12, toutes parcelles ayant reçu de l'Azote. Les p. 100 les moins élevés se remarquent, comme en 1950, dans les parcelles sans Azote : Témoins (128 + 147 + 0), parcelle 2 (320 + 392 + 0), parcelle 5 (sans engrais).

Dans l'ensemble, qu'il s'agisse de parcelles ayant reçu ou non de l'Azote, les p. 100 des Graminées sont en légère diminution, ou tout au moins égaux à ceux de 1950.

En ce qui concerne les Légumineuses, les p. 100 les plus élevés se rencontrent dans la parcelle 2, et les témoins 4, 7, 11, 14. Les p. 100 des Légumineuses de toutes ces parcelles sans Azote sont en augmentation sur 1950. La parcelle 2 à très forte fumure superpotassique (320 + 392 + 0) dépasse à ce point de vue les témoins. Ce qui semble indiquer que les Légumineuses peuvent profiter d'une fumure PK encore supérieure à 128 + 147 + 0. Il semble que le plafond

Tableau XXIII

p. 100 des constituants botaniques du foin sec pour l'année 1951

Parcelles	Graminées						Légumineuses						Espèces diverses					
	1re Coupe	2e Coupe	3e Coupe	4e Coupe	Moy. année	% par rap. au témoin	1re Coupe	2e Coupe	3e Coupe	4e Coupe	Moy. année	% par rap. au témoin	1re Coupe	2e Coupe	3e Coupe	4e Coupe	Moy. année	% par rap. au témoin
Témoin 2	45,7	45,3	39,6	44,4	43,7		38,2	31,8	24,9	18,6	28,9		16,1	22,9	35,5	37,0	27,4	
2	38,5	45,8	36,0	48,1	42,1	96,3	51,6	39,3	38,0	29,8	39,4	*136,3*	*9,9*	14,9	26,0	22,1	18,5	*67,4*
Témoin 3	41,8	42,6	37,1	41,8	40,8		42,3	32,3	27,1	18,7	30,1		15,9	25,1	35,8	40,5	29,1	
3	*75,3*	*67,4*	*53,1*	*61,3*	*64,3*	*157,9*	*5,2*	*2,1*	*4,9*	*7,7*	5,0	*16,0*	19,5	30,5	42,0	31,0	30,7	105,4
Témoin 5	35,9	37,9	33,3	39,1	36,6		46,9	34,2	31,0	19,6	32,9		17,2	27,9	35,7	41,3	30,5	
5	33,8	31,4	34,6	27,8	31,9	*87,2*	24,2	16,5	16,2	16,2	18,3	*55,6*	42,0	52,1	49,2	*56,0*	*49,8*	*163,2*
Témoin 6	33,7	35,7	32,1	39,2	35,2		47,3	35,4	32,6	20,4	33,9		19,0	28,9	35,3	40,4	30,9	
6	*63,0*	*65,2*	*56,4*	41,8	*56,6*	*160,8*	18,3	*8,4*	*5,9*	*8,0*	10,1	*29,8*	18,7	26,4	37,7	50,2	33,3	107,7
Témoin 9	29,0	30,5	29,2	33,5	30,5		48,8	38,9	32,2	21,0	35,2		22,2	30,6	38,6	45,5	34,3	
9	*66,8*	*60,5*	*58,7*	*54,8*	*60,2*	*197,3*	16,2	14,3	*5,5*	*4,9*	10,2	*28,9*	17,0	25,2	35,8	40,3	29,6	*86,3*
Témoin 10	26,5	27,4	27,7	27,7	27,3		49,9	41,1	30,2	20,8	35,5		23,6	31,5	42,1	*51,5*	37,2	
10	*64,7*	*58,4*	*52,0*	*51,3*	*56,6*	*207,3*	20,6	14,2	15,1	12,3	15,5	*43,6*	14,7	27,4	32,9	36,4	27,9	*75,0*
Témoin 12	24,9	26,1	25,2	29,3	26,4		55,5	47,5	33,3	21,7	39,5		19,6	26,4	41,5	49,0	34,1	
12	*65,5*	*66,6*	*63,8*	*68,0*	*66,0*	*250,0*	28,6	18,2	12,8	11,6	17,8	*45,0*	5,9	15,2	23,4	20,4	16,2	*47,5*
Témoin 13	25,8	27,8	24,4	36,7	28,7		60,1	51,5	38,3	22,8	43,2		14,1	20,7	37,3	40,5	28,1	
13	*75,6*	*69,1*	*54,9*	*51,0*	*62,6*	*218,1*	11,4	*8,2*	*8,1*	*7,5*	8,8	*20,3*	13,0	22,7	37,0	41,5	28,5	*60,2*

maximum des Légumineuses n'ait pas encore été atteint dans la parcelle 2, dans laquelle leur accroissement se fait non seulement au détriment des Graminées, mais aussi des espèces diverses.

Dans la parcelle sans engrais, n° 5, le p. 100 des Légumineuses est d'environ la moitié de celui du témoin 4 (128 + 147 + 0) : 24,2 p. 100 contre 46, 4p. 100. Ici ce sont les espèces diverses qui prennent la place en partie des Légumineuses, en partie des Graminées. Le p. 100 des Légumineuses de cette parcelle 5 sans engrais est encore relativement élevé comparé à celui de la parcelle 6 (ancienne 320 + 392 + 200, devenue 0 + 0 + 100, depuis 2 ans) ou encore aux p. 100 des Légumineuses des parcelles 9, 10, 13 qui ont reçu des fumures complètes en 1949 puis des fumures moyennes en Azote en 1950 et 1951, ou mieux encore à celui de la parcelle 3.

Dans cette dernière (200 kg d'Azote seul depuis 1949) le niveau minimum qui puisse être apprécié pondéralement paraît atteint quant au p. 100 de Légumineuses ; il est de l'ordre de 5,2 p. 100.

La parcelle 12 (320 + 392 + 50) présente une augmentation du p. 100 des Légumineuses, au détriment des Graminées.

La même remarque mais à un degré moindre est valable pour la parcelle 13 (320 + 0 + 50) sans Potasse.

En ce qui concerne les espèces diverses, la constatation la plus importante est le faible p. 100 d'espèces diverses dans les deux parcelles à forte fumure superpotassique, avec ou sans Azote, parcelles 2 et 12, bien que la constitution botanique de ces deux parcelles soit très différente ; la 2 (320 + 392 + 0) très riche en Légumineuses, la 12 (320 + 392 + 50) au contraire très riche en Graminées ; toutes deux ont comme caractère commun une teneur faible en espèces diverses.

Si on compare entre elles les proportions en espèces diverses des premières coupes de 1950 et 1951 on ne constate de diminution que dans la parcelle 2 (14,2 p. 100 en 1950 ; 9,9 p. 100 en 1951), où ce phénomène est inversement corrélatif de la forte augmentation des Légumineuses (qui passent de 37,6 p. 100 en 1950 à 51,6 p. 100 en 1951). Dans les parcelles 12 et 13 où la proportion minimum des Légumineuses paraît avoir été atteinte en 1950 (respectivement 6,2 p. 100 et 2,8 p. 100), la diminution ne peut pratiquement plus s'aggraver en 1951.

L'augmentation du p. 100 en poids des espèces diverses que l'on constate en première coupe 1951 dans les parcelles 5, 6, 10, 13 principalement, correspond à l'augmentation du p. 100 en nombre des individus des espèces diverses révélée par la comparaison des analyses botaniques numériques de 1949 et 1951 (et dont l'explication a été donnée par ailleurs).

L'examen des résultats des coupes suivantes, en 1951 confirmera que l'augmentation du p. 100 en poids des espèces diverses va en s'accroissant avec les coupes. C'est la preuve qu'il s'agissait bien d'individus nouveaux, jeunes, en plein développement, venus accidentellement de l'extérieur.

3. — Rendements

Les rendements à l'hectare en foin sec de la première coupe sont indiqués dans le tableau XXIV.

Le rendement le plus élevé se constate dans la parcelle 13 (320 + 0 + 50) où il dépasse d'environ 23 p. 100 celui de la parcelle 12 (320 + 392 + 50). Ce dernier rendement vient à égalité avec celui de la parcelle 10 (128 + 147 + 25). Ces deux parcelles 12 et 10, ont un rendement un peu supérieur à celui de la parcelle 9 (128 + 147 + 50). Viennent ensuite la 2 (320 + 392 + 0), tandis que la 3 (0 + 0 + 50) égale les témoins (128 + 147 + 0). La parcelle sans engrais n'a qu'un rendement de l'ordre de 45 p. 100 de celui des témoins.

Par rapport à 1949. En 1950 avait été enregistrée en 1ere coupe une augmentation du rendement des témoins PK et des parcelles 2 et 9, c'est-à-dire des fumures superpotassiques seules ou des fumures azotées les moins fortes, et inversement un fléchissement des rendements des parcelles à forte fumure azotée renouvelée.

En 1951, au contraire, tous les rendements (excepté celui de la parcelle 13) sont en diminution sur 1949. Les parcelles avec Azote n'ont que les rendements suivants par rapport à 1949 :

3 = 65 p. 100 ; 6 = 62 p. 100 ; 9 = 89 p. 100 ; 10 = 92 p. 100 ; 12 = = 81 p. 100. Tandis que le rendement des témoins PK (128 + 147 + -0) n'a, par contre, pas significativement changé : T = 96 p. 100.

Deuxième coupe

1. — Observations sur la végétation le 3 juillet

Les observations sur la végétation des parcelles n'ont pu être effectuées, la prairie ayant été fauchée, à l'exception des sous-parcelles, avant l'arrivée des observateurs.

2. — Constitution botanique du foin

Les résultats d'ordre botanique concernant les p. 100 des constituants du fourrage vert et du foin sec, sont réunis dans le tableau XXIII.

Les bases de la détermination des poids secs par rapport au poids vert des 3 catégories de constituants, ont été les pertes en eau suivantes pour la 2e coupe de 1951 : Graminées 62,0 p. 100 ; Légumineuses 76,7 p. 100 ; espèces diverses 80,7 p. 100.

Les proportions les plus élevées en Graminées se constatent dans les mêmes parcelles qu'en première coupe, c'est-à-dire les 3, 13, 6, 9, 10, 12 qui ont reçu de l'Azote. Tandis que les p. 100 les moins élevés sont toujours ceux des parcelles sans Azote.

TABLEAU XXIV

Rendements en foin sec aux différentes coupes en 1951

Parcelle N°	1ere Coupe			2e Coupe			3e Coupe			Rendement total Foin 1951			Évaluation rendement Regain 3e Coupe			Rendement total Foin + Regain		
	Rdt. témoin Kg/Ha	Rdt. parcelle Kg/Ha	Rdt. relatif %	Rdt. témoin Kg/Ha	Rdt. parcelle Kg/Ha	Rdt. relatif %	Rdt. témoin Kg/Ha	Rdt. parcelle Kg/Ha	Rdt. relatif %	Rdt. témoin Kg/Ha	Rdt. parcelle Kg/Ha	Rdt. relatif %	Rdt. témoin Kg/Ha	Rdt. parcelle Kg/Ha	Rdt. relatif %	Rdt. témoin Kg/Ha	Rdt. parcelle Kg/Ha	Rdt. relatif %
2	3 370	3 870	*114,8*	3 210	3 400	105,9	3 260	3 750	*115,0*	9 840	11 020	*111,9*	2 310	2 500	*108,2*	12 150	13 520	*111,3*
3	3 260	3 280	100,6	3 070	2 770	*90,2*	3 220	2 940	*91,3*	9 550	8 990	94,1	2 350	1 410	*59,7*	11 900	10 400	*87,4*
5	3 160	1 420	*45,0*	2 880	1 620	*56,2*	3 130	1 900	*60,7*	9 170	4 920	*53,6*	2 370	1 220	*51,4*	11 540	6 140	*53,2*
6	3 160	3 760	*118,9*	2 830	3 280	*115,8*	3 090	3 100	100,3	9 080	10 140	*111,6*	2 350	2 330	99,1	11 430	12 470	*109,1*
9	3 370	4 610	*136,7*	2 815	3 320	*117,9*	3 090	3 330	107,7	9 270	11 260	*121,5*	2 340	2 370	101,2	11 610	13 630	*117,4*
10	3 590	4 930	*137,4*	2 845	3 640	*127,9*	3 130	3 400	*108,6*	9 570	11 970	*125,1*	2 350	2 480	105,5	11 920	14 450	*121,2*
12	3 830	4 950	*129,2*	3 265	3 950	*120,9*	3 420	3 430	100,3	10 510	12 330	*117,3*	2 340	2 720	*116,2*	12 850	15 050	*117,1*
13	3 860	6 110	*158,2*	3 655	4 060	*111,0*	3 660	3 790	103,5	11 180	13 960	*124,8*	2 310	2 210	95,7	13 490	16 170	*119,8*

Parmi celles-ci la 2 (320 + 392 + 0) a une teneur en Graminées un peu supérieure à celle des témoins. La parcelle sans engrais présente la proportion la plus faible de tout l'essai.

Par comparaison avec 1949, les p. 100 de Graminées sont sensiblement de même ordre de grandeur pour la plupart des parcelles ; un peu plus élevés dans les 6, et 9 cette augmentation correspond au remplacement de la formule 320 + 392 + 100 par 0 + 0 + 100 pour la parcelle 6 ; et au passage de la formule 320+ 392 + 100 à la formule 128 + 147 + 100 dans la 9.

En ce qui concerne les Légumineuses, comme en première coupe la proportion la plus élevée se rencontre chez la parcelle 2 (320 + 392 + 0), où elle est du même ordre de grandeur qu'en 1949, puis chez les témoins (128 + 147 +0).

La parcelle 12 (320 + 392 + 100) et la parcelle 3 (0 + 0 + 100) présentent des évolutions opposées. Chez la 12 la proportion de Légumineuses a augmenté par rapport à 1950, elles ont gagné sur les Graminées. Dans la 3 au contraire la proportion de Légumineuses qui était encore de 20,9 p. 100 en 1950 s'infléchit en 1951 jusqu'au minimum appréciable de 2, 1 p. 100. Cette diminution profite aux espèces diverses dont le p. 100 passe de 12 p. 100 en 1950 à 30,5 p. 100 en 1951.

En ce qui concerne les espèces diverses, le p. 100 le plus élevé est nettement celui de la parcelle 5, sans fumure minérale. Vient ensuite la parcelle 3 Azote seul (0 + 0 + 100). Les proportions les plus faibles se trouvent chez les parcelles à forte fumure phosphopotassique, avec ou sans Azote, 12 et 2. Les p. 100 d'espèces diverses de ces 2 parcelles sont identiques, la même constatation avait été faite lors de la première coupe.

Mais par rapport à la première coupe, toutes les parcelles présentent en 2e coupe des p. 100 d'espèces diverses plus élevés. Ce qui confirme le sens de l'évolution déjà observée en 1949 et 1950.

3. — Rendements

Les rendements à l'hectare en foin sec de la deuxième coupe sont indiqués dans le tableau XXIV.

On ne retrouve pas en deuxième coupe le phénomène constaté en première coupe par rapport à 1949, c'est-à-dire la diminution générale de tous les rendements. Seules ont un rendement en abaissement continuel depuis 1949 les parcelles 3 (0 + 0 + 100) et 5 (sans fumure). Au contraire certaines parcelles ont un rendement nettement plus élevé en 2e coupe 1951 qu'en 2e coupe 1949. Ce sont les parcelles 9, 10, 12 à fumure complète PKN ; ainsi que la 13 PN. L'absence de Potasse ne provoque donc toujours pas encore d'action dépressive sur le rendement.

Troisième coupe

1. — Observations sur la végétation le 20 août

De même qu'en première coupe, les observations sur la végétation n'ont pu être effectuées, la prairie ayant été fauchée à l'exception des sous-parcelles, avant l'arrivée des observateurs.

2. — Constitution botanique du foin

Les résultats d'ordre botanique, en ce qui concerne les p. 100 des constituants du foin sec, sont réunis dans le tableau XXIII.

Les bases de la détermination des poids secs par rapport au poids vert des 3 catégories de constituants, ont été les pertes en eau suivantes pour la 2e coupe : Graminées 68,1 p. 100 ; Légumineuses 77,6 p. 100 ; espèces diverses 82,1 p. 100.

Les p. 100 les plus élevés en Graminées s'observent dans les mêmes parcelles qu'en première et deuxième coupes, ce sont les 3, 13, 6, 9, 10, 12 ; c'est-à-dire avec Azote. De même les p. 100 les moins élevés sont toujours ceux des parcelles sans Azote : 5,2 et les témoins PK.

En ce qui concerne les Légumineuses, à l'inverse des Graminées, les p. 100 les plus élevés se rencontrent dans les parcelles sans Azote, de même qu'en 1ere et 2e coupes, et surtout dans la parcelle 2 (320 + 392 + 0).

Par rapport à la 3e coupe de 1949 qui n'avait pas reçu d'Azote, les p. 100 de Légumineuses sont beaucoup plus faibles en 3e coupe 1951, après l'application d'Azote. C'est au détriment des Légumineuses, que, grâce à l'Azote, s'est effectué le développement des Graminées.

Pour ce qui est des espèces diverses, les p. 100 les plus faibles correspondent à la forte fumure PK (parcelle 2, 320 + 392 + 0) mais aussi à la forte fumure PKN (320 + 392 + 150) ; tandis que les plus élevés sont ceux des parcelles 3 (0 + 0 + 75) et 5 (sans engrais).

Par rapport à la 3e coupe de 1949, il y a une légère diminution des espèces diverses dans la forte fumure PK sans Azote (parcelle 2) au profit des Légumineuses ; légère diminution aussi dans les parcelles avec Azote dont les Graminées se sont développées en grande partie non seulement au détriment des Légumineuses, mais aussi dans une certaine mesure, des espèces diverses.

3. — Rendements

Les rendements à l'hectare en foin sec de la troisième coupe figurent au tableau XXIV.

De même qu'en 2e coupe les rendements les plus élevés sont ceux des parcelles 2 (forte fumure PK), 13 (320 + 0 + 75), 10 (128 + 147 + 75), 12 (320 + 392 + 150), et le témoin n° 14. Les plus faibles ceux des parcelles 5 (sans engrais) et 3 (0 + 0 + 150).

Par rapport à la 3e coupe de 1950, tous les rendements sont plus élevés en 1951, mais il faut dire ici que l'époque de la coupe a été retardée de trois semaines par rapport à l'année précédente à cause des intempéries.

Par rapport à la 3e coupe de 1949, les rendements sont soit sensiblement égaux, soit légèrement supérieurs, à l'exception de la parcelle 5 (sans engrais) dont le rendement, toujours en régression n'atteint plus que 65 p. 100 de celui de 1949.

Regain après troisième coupe

En 1949 une 4e coupe avait été effectuée le 24 septembre, en 1950 le 20 septembre. En 1951 la 3e coupe a été retardée par le mauvais temps ; la végétation n'a pu combler son retard, les pluies diluviennes survenues en octobre ont détruit tout espoir de pouvoir réaliser la 4e coupe. La végétation qui normalement aurait dû être fauchée avant le 30 septembre a constitué, en somme, un fort regain après 3e coupe, qui a été livré au pâturage des moutons pendant l'hiver 1951-1952.

Cependant afin de pouvoir terminer la campagne d'essais 1951 les sous-parcelles ont été récoltées le 5 novembre, les analyses botaniques pondérales du fourrage vert et du foin sec ont été effectuées et les rendements des diverses fumures évalués à l'hectare à partir des résultats des sous-parcelles.

1. — Observations sur la végétation des parcelles le 5 novembre

a) Parcelles sans Azote.

Témoins PK 128 + 147 + 0. La végétation paraît assez bien équilibrée. Les Graminées sont peu remontées en tiges. Le tapis des Légumineuses et espèces diverses est dense. La végétation de la parcelle 2 (320 + 392 + 0) est égale à celle du meilleur témoin n° 14.

b) Parcelles avec Azote.

Les Graminées, presque exclusivement le *Fromental*, et les espèces diverses, prédominent ; les Légumineuses paraissent à première vue inexistantes. Les *Plantains* sont plus nombreux dans la 6 (0 + 0 + 100), les *Barkhausia*, *Gaillets*, *Carottes* dans la 13 (320 + 0 + 200).

Dans la 3 (0 + 0 + 200) la végétation est courte. Il y a une bonne densité en *Fromental*, mais dépassant de très peu le tapis des espèces diverses : *Barkhausia* et *Plantains* qui, ici, ont les feuilles plus étroites qu'en 2, 10, 12 , 14.

c) Parcelle sans fumure minérale.

Le tapis des espèces diverses et Légumineuses est très court, comme en 3 (0,20 cm au lieu de 0,35-0,40 cm dans les 10, 12, 13). *Barkhausia* et *Plantains* ont les feuilles étroites, comme en 3.

2. — Constitution botanique du foin

Les résultats d'ordre botanique concernant les p. 100 des constituants du foin sec du regain après 3e coupe sont réunis dans le taXXIII.

Les bases de la détermination des poids secs par rapport au poids vert des 3 catégories de constituants botaniques, ont été les pertes en eau suivantes à l'étuve, pour la 4e coupe de 1951 : Graminées 76,2 p. 100 ; Légumineuses 81,4 p. 100 ; espèces diverses 87,8 p. 100.

Les Graminées prédominent toujours dans les parcelles avec azote 3, 9, 10, 12, 13. Par rapport à la 4e coupe de 1949 leur p. 100 n'a augmenté que dans la 9 (128 + 147 + 200, ancienne 320 + 392 + 100) et la 2 (320 + 392 + 0) ; dans la 9, par suite du fort abaissement de la proportion des Légumineuses dû à la modification de la formule de fumure (diminution de la fumure PK et augmentation de la dose de N) ; dans la 2 pour une raison différente : la raréfaction des espèces diverses due à la forte fumure PK renouvelée.

Les Légumineuses ont une proportion minimum dans les parcelles 3, 6, 9, 13 avec Azote. Leur p. 100 le plus élevé est toujours dans la 2 (320 + 392 + 0) puis dans les témoins PK, ensuite dans la 5 (sans engrais), c'est-à-dire toujours dans les parcelles sans Azote.

Par rapport à la 4e coupe de 1949 c'est dans la parcelle 9 que la diminution des Légumineuses se fait le plus sentir ; dans cette parcelle la dose d'Azote a été portée à 200 kg au lieu de 100 kg, tandis que la fumurePK était fortement diminuée.

Les espèces diverses ont augmenté en p. 100 en 1951 par rapport à la 4e coupe de 1949, dans toutes les parcelles où l'analyse botanique numérique de 1951 a révélé la multiplication accidentelle des espèces diverses : *Barkhausia* et *Taraxacum*.

3. — Rendements

Le rendement du regain a été évalué comme les années précédentes, à partir des moyennes des 3 sous-parcelles, la coupe n'étant pas effectuée pour l'ensemble de la prairie.

Les rendements du regain des parcelles, exprimés en kg à l'hectare de foin séché à l'étuve, sont indiqués dans le tableau XXIV.

Les rendements présentent entre eux peu de différences, en ce qui concerne les témoins et les parcelles 6 (0 + 0 + 100), 9 (128 + 147 + 200), 10 (128 + 147 + 100), 13 (320 + 0 + 200), ils sont compris entre 2 210 et 2 500 kg/ha. Les rendements extrêmes sont maximum, pour la 12 (320 + 392 + 200) ; minimum, pour les parcelles 3 (0 + 0 + 200) et 5 (sans engrais).

Par rapport à la 4e coupe de 1949 tous les rendements sont plus faibles en 1951, le rendement moyen des témoins (128 + 147 + 0) est inférieur de 30 p. 100 à celui de 1951.

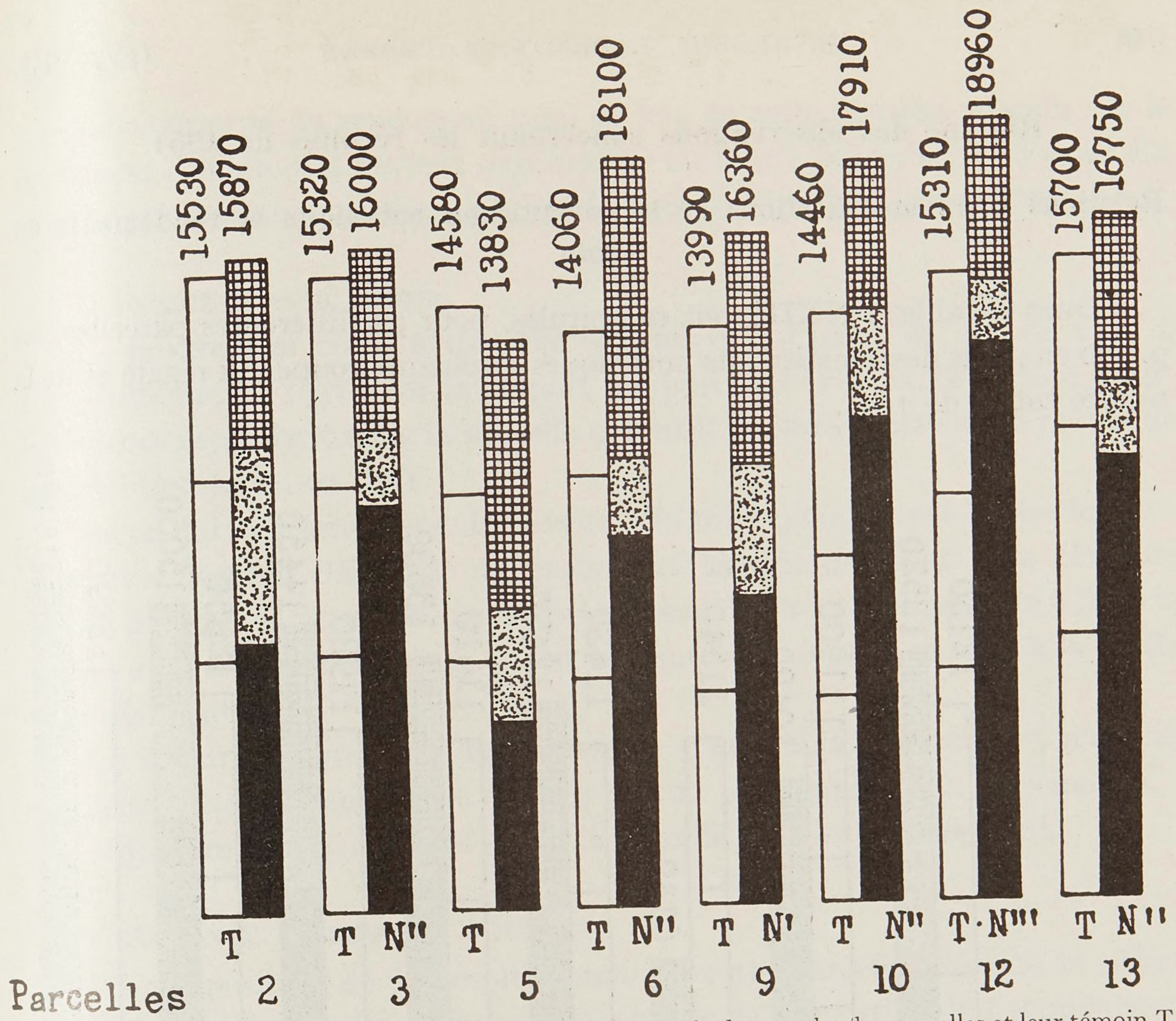


FIG. 16. — Constituants botaniques du foin sec, récolte totale de 1949 kg /ha parcelles et leur témoin T
N' = 100 kg N /Ha ; N'' = 200 kg N /Ha ; N''' = 300 kg N /Ha

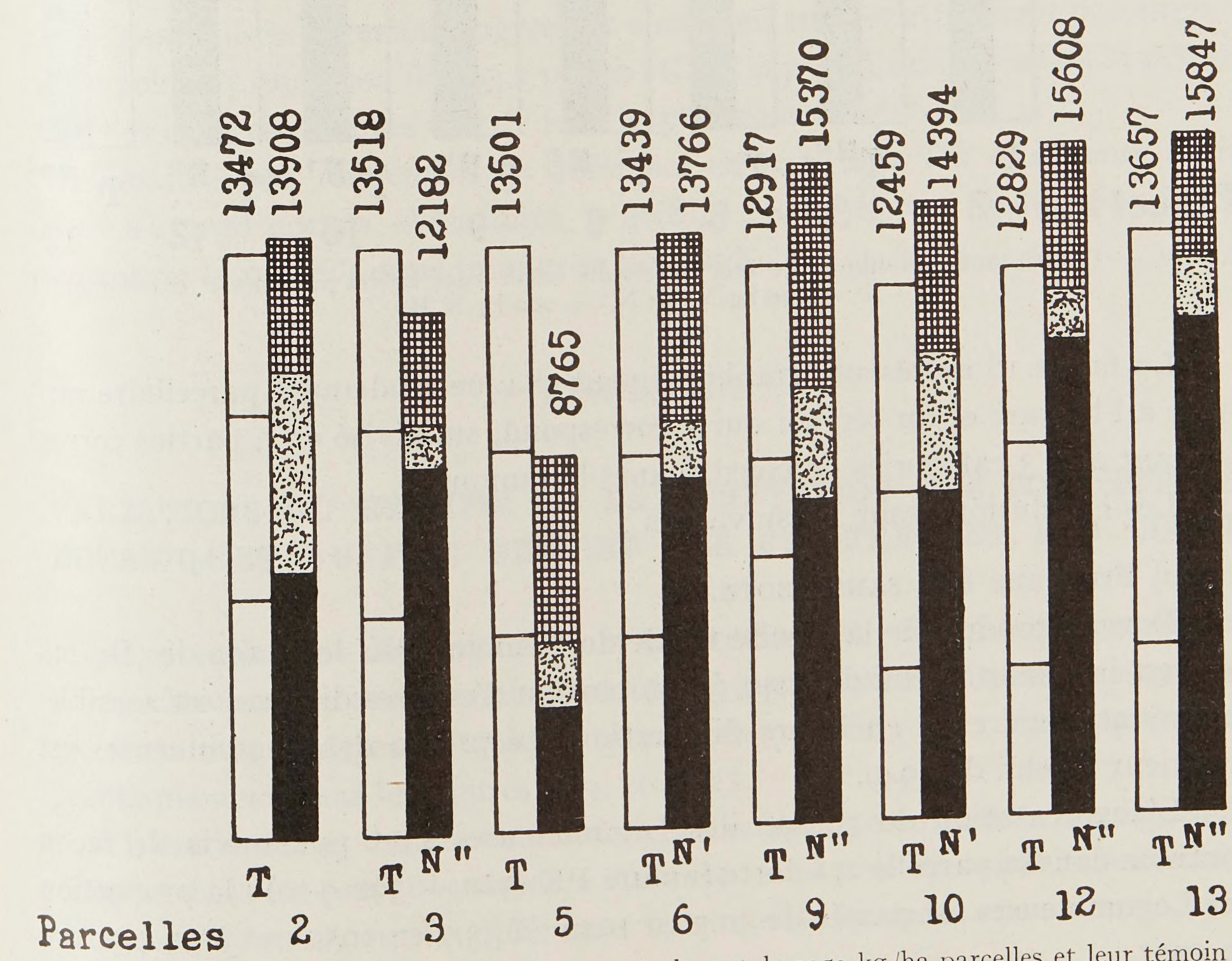


FIG. 17. — Constituants botaniques du foin sec récolte totale 1950 kg /ha parcelles et leur témoin T
N' = 100 kg N /Ha N'' = 200 kg N /Ha

Résumé des observations concernant les récoltes de 1951

Relations entre modifications de la constitution botanique et rendements en foin

Dans le tableau XXIII sont récapitulés, pour les différentes parcelles, les p. 100 en poids des constituants botaniques de chaque coupe, du regain et de la récolte totale de 1951.

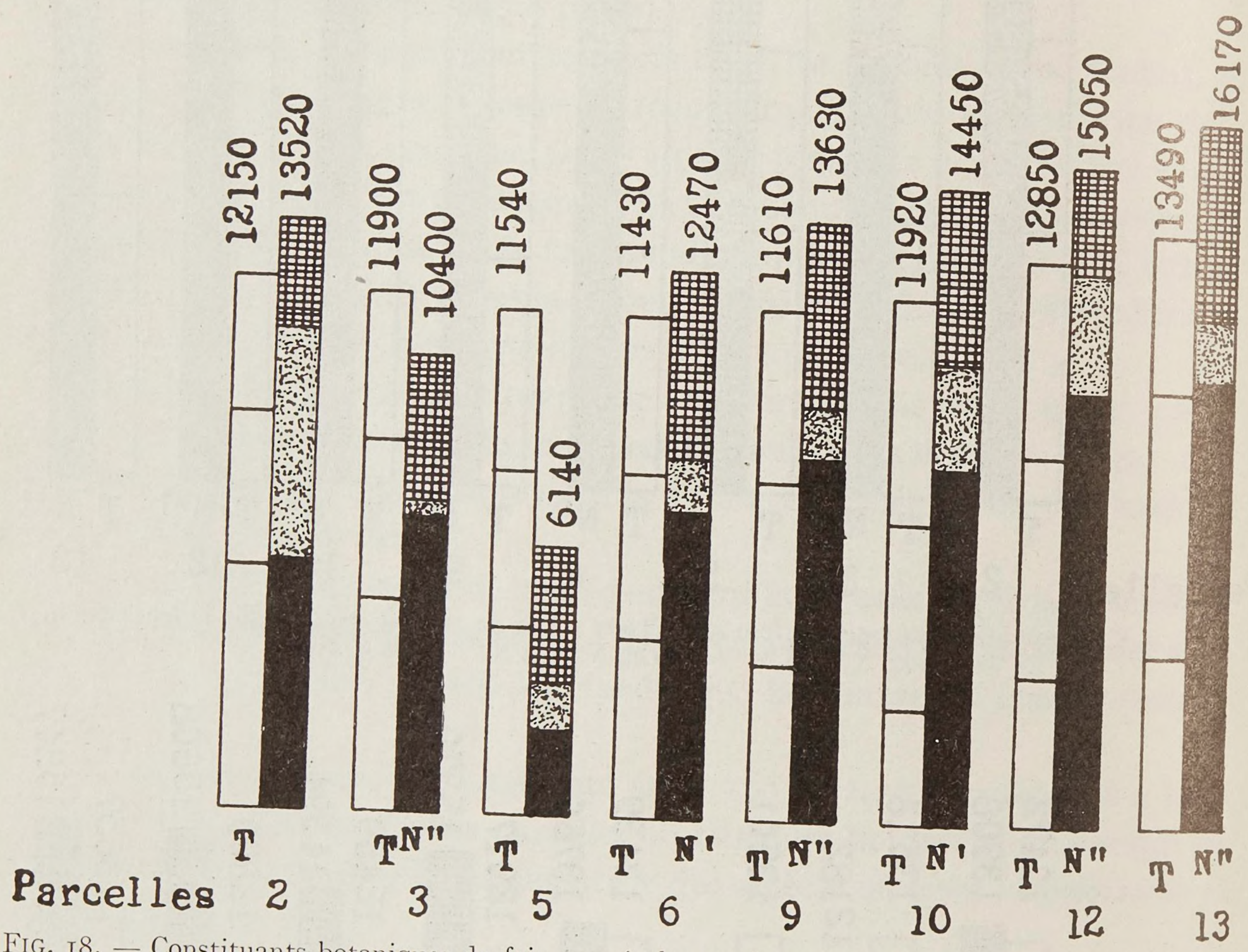


FIG. 18. — Constituants botaniques du foin sec récolte totale 1951 kg/ha parcelles et leur témoin T
N' = 100 kg N/Ha N'' = 200 kg N/Ha

La figure 18 représente graphiquement chaque rendement parcellaire rapporté à l'hectare et du témoin qui y correspond, subdivisé en 3 parties correspondant aux 3 catégories de constituants botaniques.

Les conclusions sont les suivantes :

a) FUMURES PK, SANS AZOTE.

Dans le produit de la récolte totale des témoins PK, le p. 100 des Graminées est inférieur à celui de 1949, la proportion d'espèces diverses est sensiblement stationnaire ou en légère diminution. Le p. 100 des Légumineuses est supérieur à celui de 1949.

L'augmentation du p. 100 des Légumineuses s'est poursuivie de façon continue dans la parcelle 2, à forte fumure PK (320 + 392 + 0) : la proportion des Légumineuses est passée de 30,7 en 1949 ; à 33,7 en 1950 ; et à 39,4 p. 100 en 1951.

La supériorité du rendement total en foin de cette dernière parcelle sur le rendement des témoins devient significative en 1951 alors qu'elle ne l'avait été ni en 1949 ni en 1950 ; cette supériorité est de l'ordre de + 11,3 p. 100.

b) Fumures avec Azote.

La progression considérable des Graminées qui avait eu lieu de 1949 à 1950 s'atténue en 1951 dans la plupart des parcelles avec Azote ; elle se poursuit encore cependant dans la parcelle 9 dont la fumure azotée a été portée de 100 kg à 200 kg/ha en 1951.

En ce qui concerne le rendement en foin total pour l'année toutes les parcelles avec fumure PKN ont un rendement significativement plus élevé de + 17,4 p. 100 à + 21,2 p. 100 que les témoins PK, excepté la parcelle 6 dont la fumure a été ramenée à 0 + 0 + 100, et dont le rendement se situe à la limite de la signification.

La fumure uniquement azotée depuis 3 ans dans la parcelle 3 n'a plus maintenant qu'un rendement de 87,4 p. 100 par rapport aux témoins PK ; le déséquilibre et l'épuisement de cette parcelle vont en s'accentuant.

c) Absence de fumure minérale.

La composition de la récolte totale de cette parcelle présente la même proportion de Graminées qu'en première année, la proportion de Légumineuses s'est stabilisée aux environs de 45 p. 100 par rapport au témoin PK, ainsi qu'en 1950. Les espèces diverses progressent encore en 1951 et atteignent par rapport au témoin la proportion de 163,2 p. 100 . C'est la parcelle de l'essai où la proportion des espèces diverses est, de loin, la plus considérable.

Quant à son rendement, la différence entre témoin PK et absence de fumure s'accroît encore, elle atteint + 46,8 p. 100 en faveur du témoin ; l'épuisement de la parcelle sans fumure se poursuit.

DISCUSSION

VARIATIONS DU RYTHME DE LA VÉGÉTATION DES CONSTITUANTS BOTANIQUES DU FOIN SUIVANT LES FUMURES ET LES COUPES

Les variations du rythme de la végétation des constituants botaniques, suivant les fumures et les coupes, en 1949, 1950 et 1951, exprimées au moyen des résultats des analyses botaniques pondérales du foin sec, sont représentées graphiquement dans les figures : 19, 20 et 21.

L'étude de ces variations par rapport au rythme normal de la végétation observé dans les parcelles témoins PK (128 + 147 + 0), conduit aux constatations suivantes, pour les différentes formules de fumures.

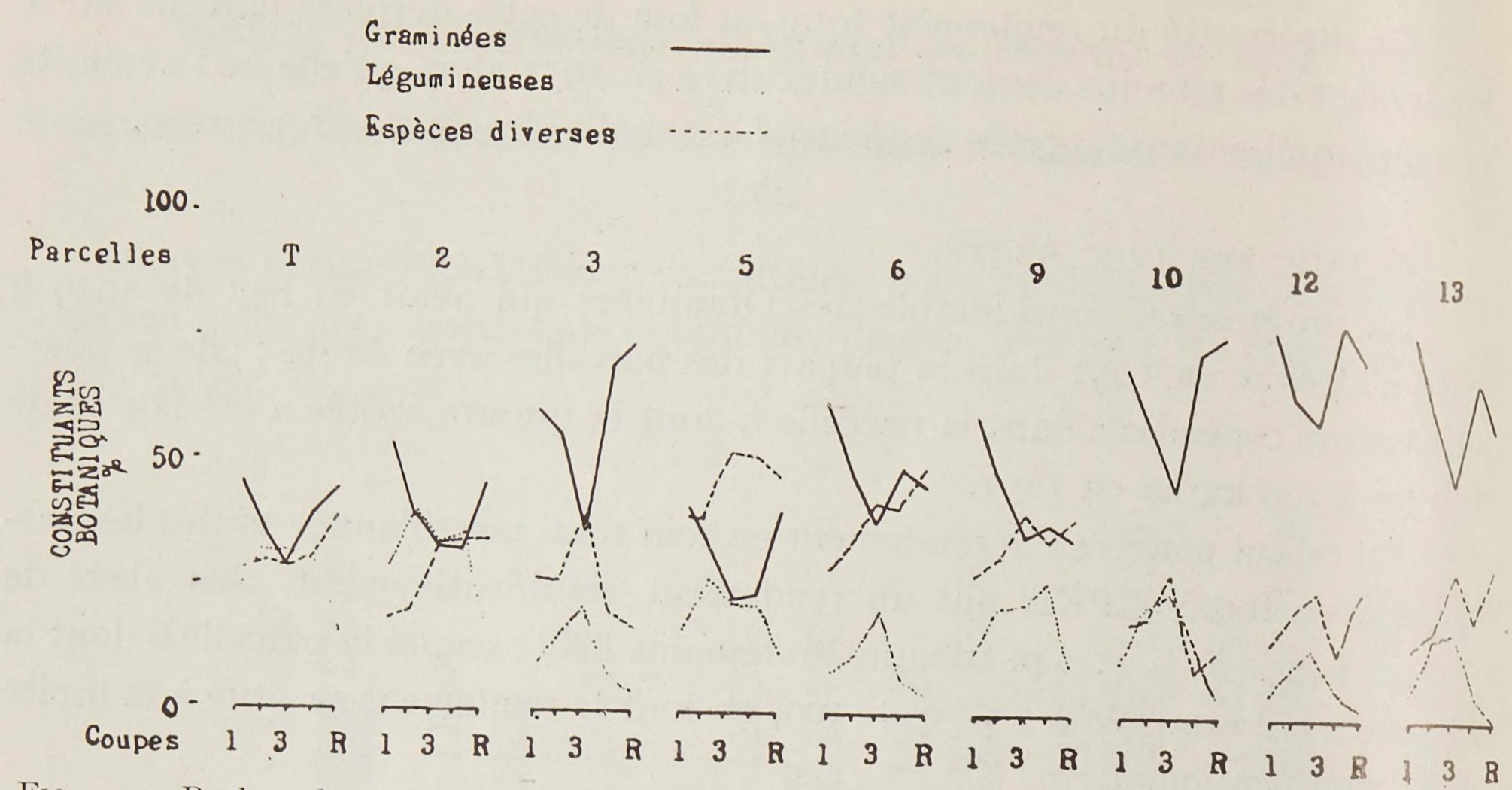


FIG. 19. — Rythme de végétation des constituants botaniques suivant les fumures et les coupes en 1949

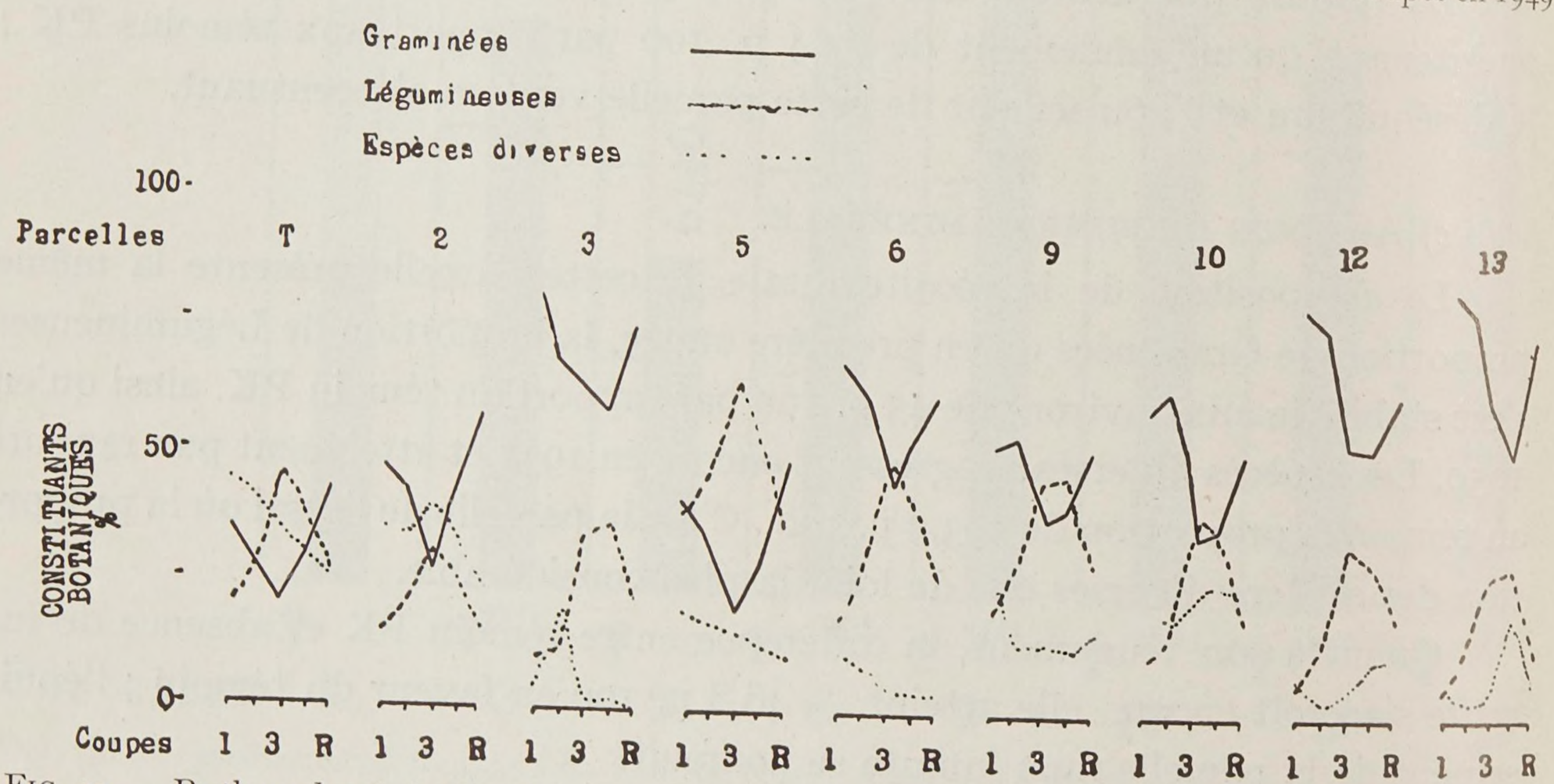


FIG. 20. — Rythme de végétation des constituants botaniques suivant les fumures et les coupes en 1950

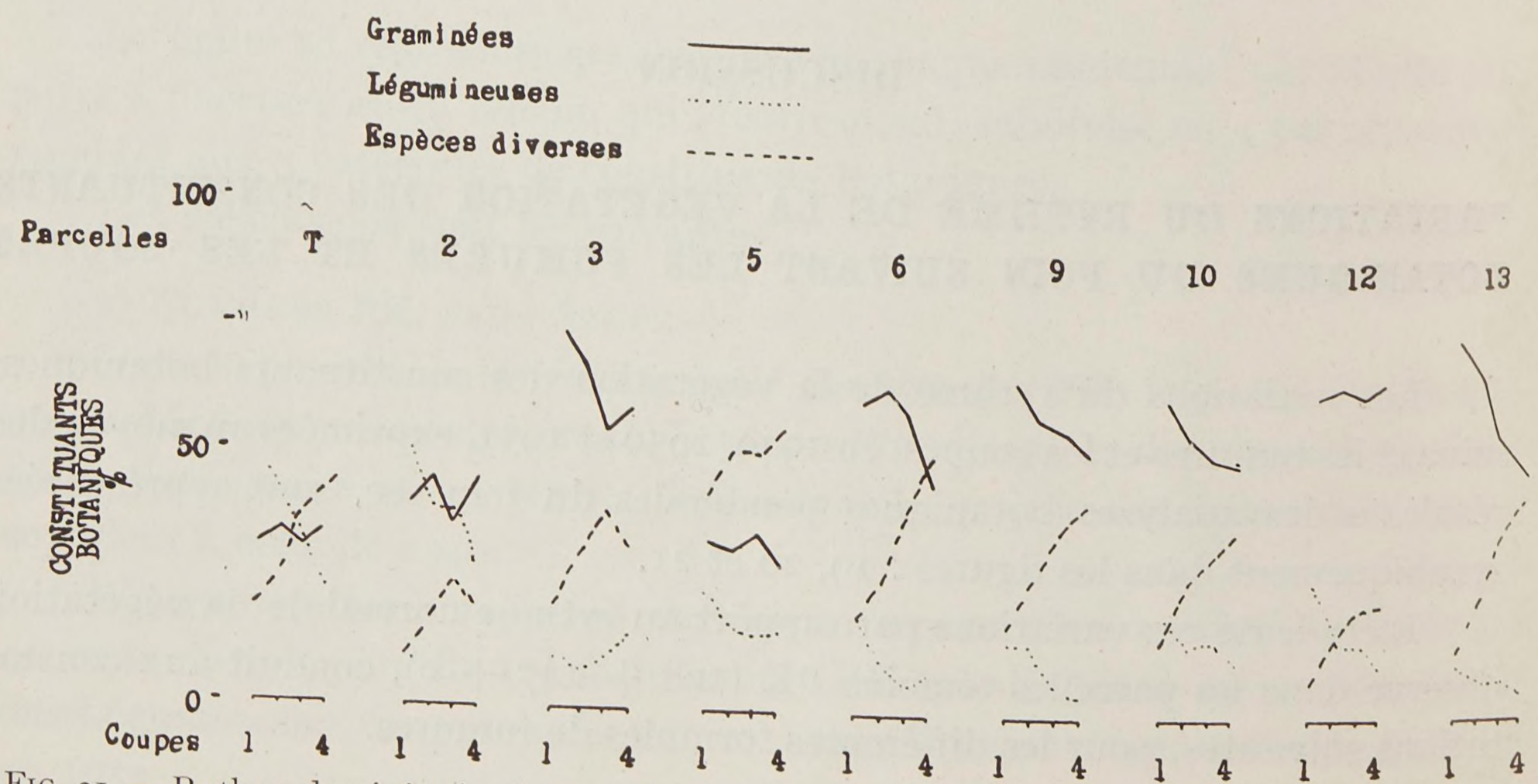


FIG. 21. — Rythme de végétation des constituants botaniques suivant les fumures et les coupes en 1951

I. — Fumures phosphopotassiques PK

a) Témoins PK 128 + 147 + 0

Au cours des 4 coupes de la *première année 1949*, les p. 100 des Légumineuses et des espèces diverses présentent entre eux peu de différences ; ils demeurent compris entre 25 et 30 p. 100. Dans le regain après quatrième coupe, la proportion d'espèces diverses croît (35 p. 100), tandis que celle des Légumineuses diminue (15 p. 100).

Les Graminées présentent deux maxima, le premier en première coupe, le deuxième dans le regain après 4e coupe, ces maxima approchent 45 p. 100. En deuxième et troisième coupes il y a par contre diminution du p. 100 des Graminées. Le minimum est constaté en 3e coupe (25 p. 100), ensuite il y a recrudescence.

En *deuxième année 1950*, le comportement des Graminées est exactement le même qu'en première année mais les p. 100 à chaque coupe sont uniformément inférieurs à ceux de 1949.

Les Légumineuses ont présenté en première coupe une proportion nettement plus élevée qu'en 1949 (45 p. 100). Cette proportion ne cesse de décroître pendant toute la saison.

Les espèces diverses présentent un rythme de végétation exactement inverse de celui des Graminées, c'est-à-dire : un premier minimum en première coupe, un deuxième dans le regain après quatrième coupe. Leur maximum se situe en troisième coupe.

En *troisième année 1951*, les proportions des Graminées présentent moins de variations d'une coupe à l'autre que les années précédentes, elles sont presque stabilisées autour de 35 p. 100.

Les Légumineuses atteignent leur proportion maximum en première coupe, comme en 1950, ensuite cette proportion ne cesse de décroître pendant toute la saison.

Les espèces diverses présentent une variation qui est exactement l'inverse de celle des Légumineuses.

En résumé, à la suite de fumures PK répétées, les Légumineuses parviennent à ravir la première place aux Graminées en première coupe. En deuxième et troisième coupes les proportions des trois catégories de constituants botaniques s'équilibrent. En quatrième coupe et dans le regain après quatrième coupe, ce sont les espèces diverses et les Graminées qui occupent la part la plus importante, les Légumineuses sont alors en proportion minimum.

b) Fumure PK 320 + 392 + 0 (*parcelle 2 en 1949, 1950, 1951*).

Les comportements relatifs des trois catégories de constituants botaniques sont les mêmes que dans le cas de la fumure PK témoin. Seules diffèrent leurs proportions : les Graminées sont constamment à un niveau plus élevé, et les espèces diverses à un niveau plus bas, que chez les parcelles témoins.

II. — Absence de fumure minérale

Le rythme de la végétation en *première année, 1949* est sensiblement le suivant :

En première coupe, les Graminées et les espèces diverses sont en proportions égales représentant au total 80 à 90 p. 100 du foin sec. Les Légumineuses sont en proportion faible, environ 15 p. 100.

En deuxième coupe, il y a une légère diminution des Graminées et des espèces diverses. Leur proportion totale est d'environ 70 p. 100, tandis que les Légumineuses atteignent, avec 30 p. 100 leur point maximum de la saison.

En troisième coupe, Graminées et Légumineuses s'équilibrent vers 20 à 25 p. 100. Les espèces diverses, en forte augmentation atteignent 55 p. 100, dépassant nettement leur niveau de première coupe.

En quatrième coupe, la situation est très comparable à celle de la troisième coupe.

Dans le regain après quatrième coupe, les proportions des divers constituants botaniques reviennent approximativement à leur situation de première coupe.

Les années suivantes, 1950 et 1951, l'amplitude des variations suivant les coupes pour une même catégorie de constituants botaniques tend à s'atténuer à mesure que s'effectue l'épuisement de la fertilité de la parcelle. Les trois catégories de constituants botaniques se stabilisent à des niveaux nettement séparés (figs. 20 et 21) : au sommet les espèces diverses, plus bas les Graminées, plus bas encore les Légumineuses.

III. — Fumures avec azote

Toutes les parcelles recevant de l'Azote, quel que soit par ailleurs le restant de la formule de leur fumure, présentent entre elles de grandes ressemblances quant au rythme de la végétation de leurs constituants botaniques.

Cependant certaines différences sont à mettre en relief. Ces différences sont en relation avec le mode d'application de l'Azote : fractionnement des doses à diverses époques ; avec la quantité totale d'Azote apportée ; avec la nature de l'engrais azoté utilisé.

a) **Fumure PKN 320 + 392 + 100** (*parcelle 9 en 1949*). *Une seule application d'Azote du* $SO_1(NH_4)_2$, avant la première coupe.

Sitôt après l'application d'Azote, on constate en première coupe une augmentation considérable de la proportion des Graminées. Par la suite cette proportion diminue, mais demeure cependant toute l'année bien supérieure à celle observée dans la parcelle sans fumure ; excepté pour le regain après quatrième coupe, où le p. 100 des Graminées retombe au niveau de celui de la parcelle sans fumure.

Le rythme de la végétation des Légumineuses subit peu de variations d'une coupe à l'autre.

La proportion des espèces diverses demeure toujours très inférieure à celle des autres constituants botaniques.

La physionomie générale des rythmes de la végétation des constituants botaniques de cette parcelle PKN 320 + 392 + 100 (une application de N avant première coupe) est plus voisine de celle de la parcelle à fumure PK 320 + 392 + 0, que de celle des parcelles à fumure PKN 320 + 392 + 200 (en 2 applications de N avant première et après troisième coupes).

b) **Fumure PKN 320 + 392 + 200** (*parcelle 6 en 1949*) *Azote du* NO_3Na *en 2 fractions*, soit 100 kg avant la première coupe et 100 kg après la troisième coupe.

Le rythme de la végétation des Graminées est presque identique à celui observé chez la fumure PKN précédente (parcelle 9), avec cependant une nette augmentation de la proportion de ces dernières en quatrième coupe, attribuable à l'action de la deuxième fraction de l'Azote.

Les Légumineuses présentent un maximum en troisième coupe. Leur proportion est constamment très inférieure à celle des espèces diverses, dont le p. 100 va en augmentant au cours de la saison.

c) **Fumure PKN 320 + 392 + 200** (*parcelle 10 en 1949*) *Azote du* $SO_4\ (NH_4)_2$ *en 2 fractions*, soit 100 kg avant la première coupe et 100 kg après la troisième coupe.

Par rapport à ce qui a été constaté dans la parcelle 9 (une seule application d'Azote), la parcelle 10 présente, en première coupe le même accroissement de la proportion des Graminées, puis en deuxième et en troisième coupes le même abaissement de la proportion de ces dernières.

En quatrième coupe, par contre, consécutivement au 2e apport d'Azote, on observe dans la parcelle 10 une recrudescence immédiate des Graminées, dont la proportion remonte de 45 à 75 p. 100. La deuxième fraction d'Azote a donc nettement modifié le rythme de la végétation en provoquant l'exubérance des Graminées, au détriment des Légumineuses et des espèces diverses, à une période de l'année (4e coupe) où normalement les Graminées se trouvent en proportion relativement peu élevée.

Par comparaison des comportements des constituants botaniques des parcelles 10 (Azote du $SO_4(NH_4)_2$) et 6 (Azote du NO_3Na), on constate que l'effet de l'application de la 2e fraction de 100 kg d'Azote sur la quatrième coupe est beaucoup plus marqué lorsqu'il s'agit de l'Azote du $SO_4(NH_4)_2$.

d) **Fumure PKN 320 + 392 + 200** (*parcelle 12 en 1950 et 1951*). *Azote du* $SO_4(NH_4)_2$ *en 4 fractions*, soit 50 kg avant chaque coupe.

En première coupe la proportion des Graminées est très élevée, comme dans la fumure précédente, parcelle 10.

En deuxième coupe, la deuxième fraction d'Azote empêche la forte diminution habituelle des Graminées, de se produire. Ensuite, malgré le troisième apport d'Azote il y a tout de même décroissance des Graminées en troisième coupe. Quant au quatrième apport d'Azote qui a été effectué après cette troisième coupe, il n'a plus le pouvoir de faire repartir les Graminées.

Le fractionnement répété des doses d'Azote finit par ne plus avoir d'action stimulatrice sur la végétation des Graminées.

e) 1) **Fumure PN 320 + 0 + 200** (*parcelle 13 en 1949*). *Azote du* $SO_4(NH_4)_2$ *en deux fractions*, soit 100 kg avant la première coupe et 100 kg après la troisième coupe ; et,

(2 **Fumure PN 320 + 0 + 200** (*parcelle 13 en 1950 et 1951*). *Azote du* $SO_4(NH_4)_2$ *en quatre fractions*, soit 50 kg avant chaque coupe.

Dans la première de ces deux formules, le rythme de la végétation des constituants botaniques est conforme à celui observé dans la parcelle 12, fumure PKN 320 + 392 + 200 (Azote en 2 fractions), avec cependant une plus forte diminution des Graminées en troisième coupe.

Dans la deuxième de ces formules, le rythme de la végétation des constituants botaniques est le même que celui observé dans la parcelle 12, fumure PKN 320 + 392 + 200 (Azote en 4 fractions).

L'absence de Potasse n'a donc entraîné aucune modification dans le rythme de la végétation des constituants botaniques des parcelles qui reçoivent des quantités élevées d'Acide Phosphorique et d'Azote, que l'apport de ce dernier élément soit effectué en 2 ou en 4 fractions.

f) 1) **Fumure PKN 128 + 147 + 200** (*parcelle 9 en 1950 et 1951*). *Azote du* $SO_4(NH_4)_2$ *en quatre fractions*, soit 50 kg avant chaque coupe, et ;

2) **Fumure PKN 128 + 147 + 100** (*parcelle 10 en 1950 et 1951*). *Azote du* $SO_4(NH_4)_2$ *en quatre fractions*, soit 25 kg avant chaque coupe.

Les deux formules ci-dessus ne diffèrent que par la quantité d'Azote à chaque application : 50 ou 25 kg.

Les rythmes de la végétation des Graminées et des espèces diverses sont les mêmes dans l'un et l'autre cas. La proportion des Légumineuses est plus élevée à partir de la deuxième coupe dans la parcelle 10 qui reçoit les doses d'Azote les moins fortes.

La formule PKN 128 + 147 + 100 donne au foin une composition botanique intermédiaire entre celle obtenue d'une part avec les formules PK et d'autre part avec les formules PKN à doses élevées de P_2O_5, K_2O et de N. Par rapport aux témoins PK 128 + 147 + 0 la teneur du foin de la formule 128 + 147 + 100 est plus élevée en Graminées, plus faible en Légumineuses.

g) **Fumures Azote seul.**

1) **N seul 0 + 0 + 200** (*parcelle 3 en 1949*) *Azote du* $SO_4(NH_4)_2$ *en deux fractions*, soit 100 kg avant la première coupe et 100 kg après la troisième coupe.

2) **N seul 0 + 0 + 200** (*parcelle 3 en 1950 et 1951*) *Azote du* $SO_4(NH_4)_2$ *en quatre fractions*, soit 50 kg avant chaque coupe.

3) **N seul 0 + 0 + 100** (*parcelle 6 en 1950 et 1951*) *Azote du* $SO_4(NH_4)_2$ *en quatre fractions*, soit 25 kg avant chaque coupe.

Dans la première des formules ci-dessus, le rythme de la végétation des Graminées et des Légumineuses est le même que dans les formules 320 + 392 + 200 (Azote en 2 fractions) et 320 + 0 + 200 (Azote en 2 fractions). Mais les espèces diverses atteignent en troisième coupe une proportion supérieure à celle qu'elles avaient dans ces deux formules. En quatrième coupe leur proportion décroît fortement, comme c'est le cas général dans toutes les parcelles recevant deux applications d'Azote. Quant aux Graminées, elles parviennent en quatrième coupe à dépasser même leur niveau de première coupe.

Dans la deuxième formule, N seul, en quatre fractions de 50 kg, le rythme de la végétation est le même que dans les autres parcelles ayant également reçu de l'Azote en quatre fractions. On n'y observe pas de recrudescence des Graminées en quatrième coupe comme dans le cas des formules à deux applications d'Azote, avant la première et avant la troisième coupe. Les Graminées sont, à toutes les coupes, en proportion nettement supérieure à celles des autres constituants botaniques, surtout celle des Légumineuses.

Dans la troisième formule, N seul en quatre fractions de 25 kg chacune, le rythme de la végétation des constituants botaniques est le même que dans la deuxième formule N seul, en quatre fractions de 50 kg chacune, à ceci près cependant que la proportion des Graminées y est en général un peu moins élevée.

En résumé

Les formules de fumures comprenant uniquement P_2O_5 et K_2O, tendent à équilibrer les proportions des composants botaniques du foin. Sitôt qu'on leur adjoint de l'Azote, le rythme de développement des Graminées est exalté, au détriment des espèces diverses et surtout des Légumineuses.

L'Azote est le facteur primordial de modification de la végétation ; son action est nettement marquée dès la première application.

Le fractionnement de l'Azote en deux parties égales : l'une avant la première coupe, la deuxième après la troisième coupe, provoque une augmentation considérable de la proportion des Graminées dans les foins de la première et de la quatrième coupes. Tandis qu'un fractionnement de la même dose d'Azote en quatre parties égales, chacune d'elles appliquée avant une coupe ne fait plus sentir son action sur les Graminées après la deuxième coupe.

L'action de l'Azote sur la végétation des Graminées est, dans une certaine mesure, proportionnelle à la quantité apportée.

VARIATIONS DU RENDEMENT TOTAL EN FOIN SEC DE 1949 A 1951

Les rendements parcellaires ont été précédemment comparés les uns aux autres à chaque coupe lors de l'exposé des résultats de chacune des années d'expérimentation.

Nous étudierons maintenant, en récapitulation, les variations du rendement total en foin sec de chaque parcelle au cours des 3 années 1949, 1950, 1951. Le tableau XXV indique les variations de ces rendements en 1950 et 1951 en prenant pour base : 100, le rendement de 1949 ; le tableau XXVI, le rendement total de chaque fumure, pour chaque année, par rapport au rendement de la fumure témoin PK = 100.

TABLEAU XXV

Variations du rendement total en foin sec p. 100 de 1950 et 1951 par rapport à 1949

Parcelles	T	2	3	5	6	9	10	12	13
1949	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1950	88,6	87,4	76,1	63,3	76,0	93,8	80,3	82,3	94,6
1951	82,0	84,9	65,0	44,4	68,9	83,3	80,6	79,3	96,5

TABLEAU XXVI

Rendement total en foin sec par année : 1949, 1950, 1951
Rendement relatif p. 100 par rapport aux témoins PK (128 + 147 + 0)

Parcelles	T	2	3	5	6	9	10	12	13
1949	100	102,3	104,4	94,8	128,7	116,9	123,8	123,8	106,7
1950	100	103,2	90,1	65,0	102,4	118,9	115,5	123,2	116,0
1951	100	111,3	87,4	53,2	109,1	117,4	121,2	117,1	119,8

On voit que pour toutes les parcelles le rendement total va en diminuant de 1949 à 1951. La diminution dla plus forte est constatée entre 1950 et 1949. Il y a encore une nouvelle diminution mais plus faible de 1950 à 1951.

La diminution est plus ou moins considérable suivant les fumures. Les diminutions les plus accusées sont celles de la parcelle 5, sans engrais, dont le rendement décroît de 100 en 1949 à 44,4 en 1951 ; ensuite de la parcelle 3 (0 + 0 + 200 N) de 100 à 65,0.

La diminution est de l'ordre de 20 à 15 p. 100 pour les parcelles 12 (320 + + 392 + 200), 10 (128 + 147 + 100), ancienne 320 + 392 + 200), 9 (128 + + 147 + 200, ancienne 320 + 392 + 100), les témoins (128 + 147 + 0) et la parcelle 2 (320 + 392 + 0).

La diminution est seulement d'environ 5 p. 100 pour la parcelle 13, sans Potasse (320 + 0 + 200).

Les parcelles dont les rendements de 1951 sont encore presque égaux à ceux de 1950 sont les 10, 12, 13, 2. Tandis que la déficience s'aggrave dans les parcelles 5, 3, 6 privées de fumure superpotassique.

La totalisation des rendements pour les 3 années, par parcelle, donne les p. 100 suivants par rapport aux témoins PK 128 + 147 + 0 = 100 :

5 sans engrais : 70 p. 100 ;
3 N seul (0 + 0 + 200) : 94 p. 100 ;
2 PK (320 + 392 + 0) : 106 p. 100 ;
6 N seul (0 + 0 + 100, ancienne PKN 320 + 392 + 200) : 108 p. 100 ;
9 PKN (128 + 147 + 200, ancienne 320 + 392 + 100) : 111 p. 100 ;
10 PKN (128 + 147 + 100, ancienne 320 + 392 + 200) : 114 p. 100 ;
13 PN (320 + 0 + 200) : 119 p. 100 ;
12 PKN (320 + 392 + 200) : 121 p. 100.

VARIATIONS DES RENDEMENTS SUIVANT LES FUMURES, LES COUPES ET LES ANNÉES

Importance relative de la part du produit de chaque coupe dans le rendement total annuel en foin sec

Les rendements en foin sec des diverses parcelles aux différentes coupes des années 1949, 1950 et 1951 font l'objet de représentations graphiques dans les figures 22, 23 et 24. Les chiffres de ces rendements ont été donnés antérieurement dans les tableaux XX, XXII, XXIV.

En déterminant la part p. 100 pour laquelle chaque coupe participe au rendement total de l'année en foin sec, pour chaque formule de fumure, on peut se rendre compte si ces différentes formules ont favorisé certaines coupes plutôt que d'autres, et en particulier connaître les coupes qui ont le plus bénéficié des apports fractionnés d'Azote. La part prise par chaque coupe dans le rendement total de l'année est indiquée dans le tableau XXVII.

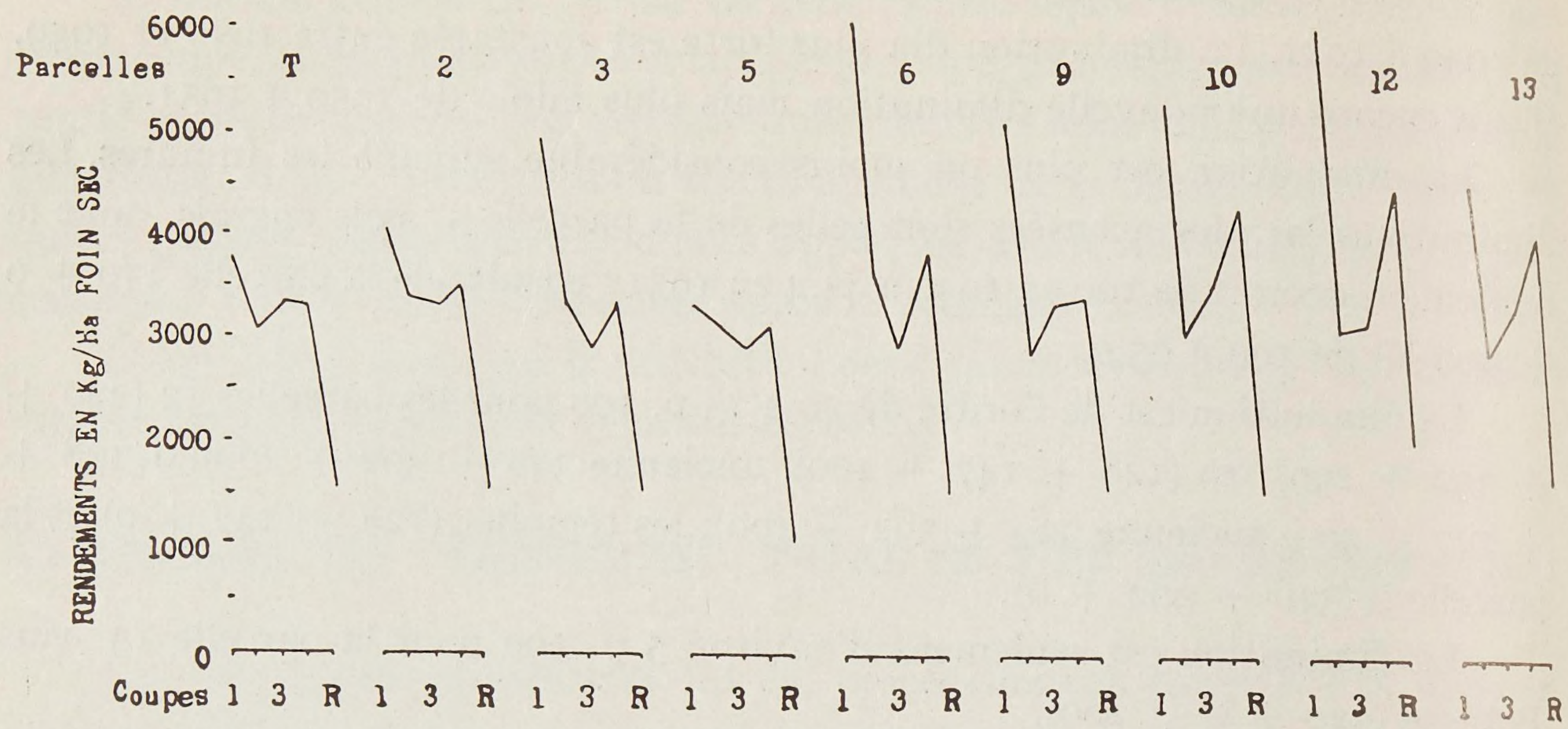


FIG. 22. — Rendements à l'hectare en foin sec suivant les fumures et les coupes 1949

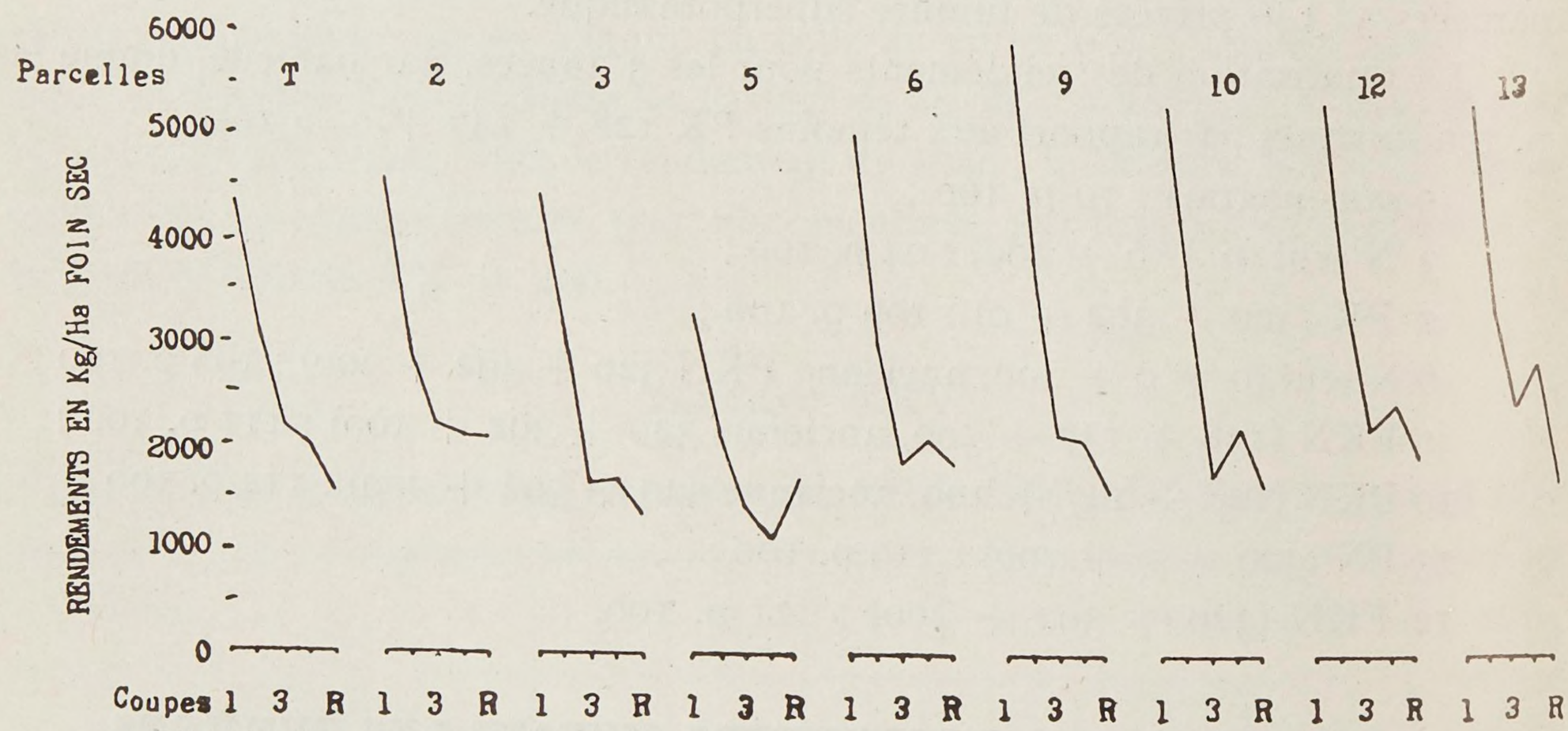


FIG. 23. — Rendements à l'hectare en foin sec suivant les fumures et les coupes 1950

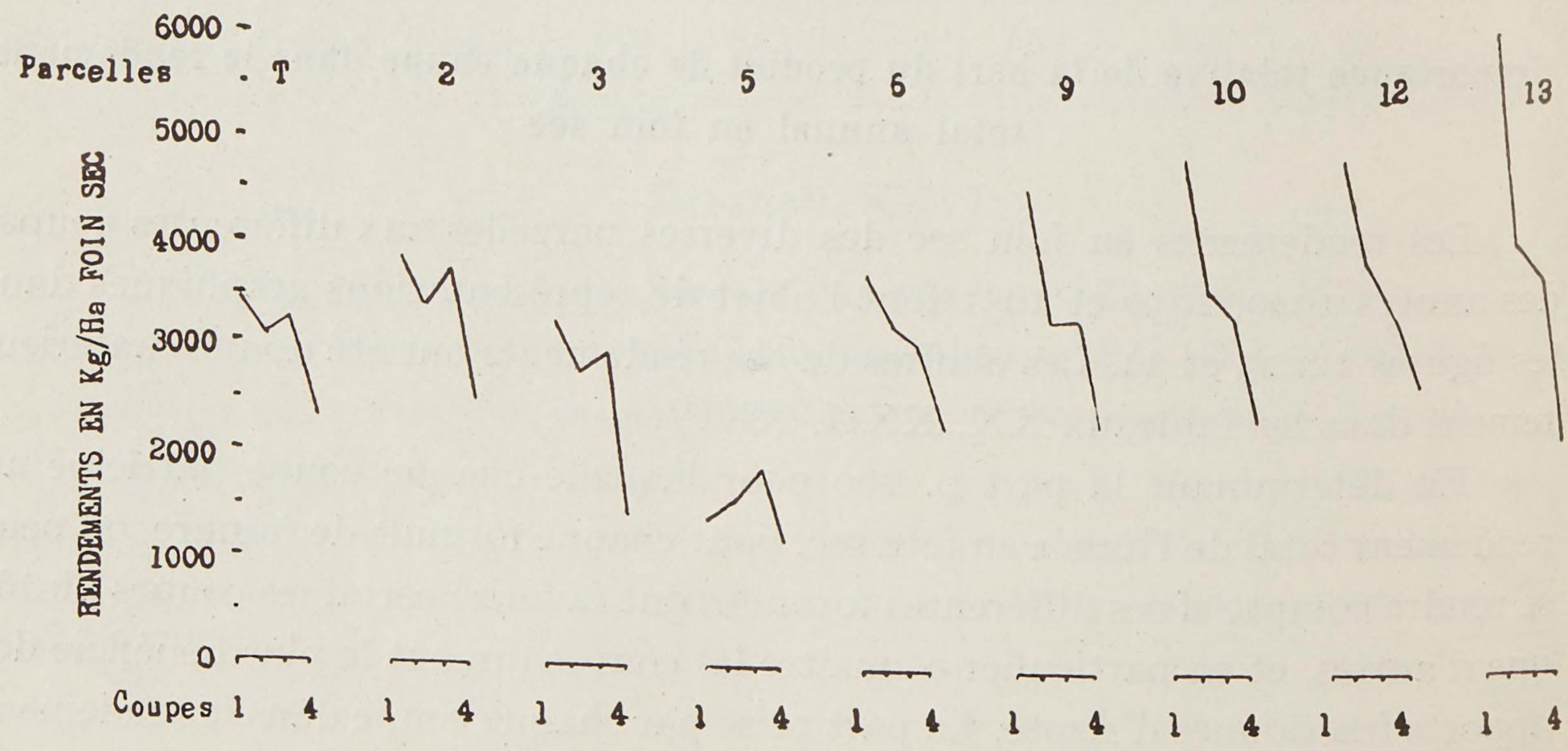


FIG. 24. — Rendements à l'hectare en foin sec suivant les fumures et les coupes 1951

En 1949. Toutes les parcelles ayant reçu de l'Azote ont une première coupe proportionnellement plus forte que les coupes suivantes et que les premières coupes des fumures uniquement phosphopotassiques.

La part revenant à la 1ere coupe dans le rendement total des parcelles témoins 128 + 147 + 0, est en moyenne de 25,5 p. 100 tandis qu'elle s'élève à 30,8 et 33,5 p. 100 chez les parcelles avec Azote.

TABLEAU XXVII

Part de chaque coupe dans le rendement total parcellaire en foin sec = 100 de 1949, 1950 et 1951

N° Parcelle	Moy. Témoins	2	3	5	6	9	10	12	13
1re Coupe :									
1949	25,5	25,5	*30,8*	24,2	*33,5*	*31,7*	*29,8*	*32,0*	*27,5*
1950	32,7	32,8	*36,2*	*38,2*	*36,9*	*38,0*	*37,1*	*34,6*	*34,1*
1951	28,4	28,6	*31,5*	23,1	*30,1*	*34,3*	*34,8*	*32,8*	*37,7*
2e Coupe :									
1949	19,8	21,5	20,7	23,7	20,4	17,9	16,9	16,4	17,5
1950	23,0	20,5	24,0	24,2	21,5	24,1	24,5	22,8	21,3
1951	25,2	25,2	26,7	26,3	26,3	24,3	25,2	26,2	25,1
3e Coupe :									
1949	22,2	20,9	18,1	21,2	16,5	20,5	20,0	16,9	20,0
1950	16,8	16,5	14,0	16,7	13,3	14,0	11,7	14,2	15,4
1951	27,2	27,7	28,2	30,9	24,8	24,4	23,5	22,8	23,4
4e Coupe ou regain après 3e Coupe :									
1949	22,2	22,4	20,7	*23,2*	21,3	20,9	*24,5*	*24,0*	*24,7*
1950	15,3	15,1	14,3	12,7	15,0	13,7	15,5	15,9	*18,5*
1951	19,2	18,5	13,7	19,7	18,8	17,0	16,5	18,2	13,8
Regain après 4e Coupe :									
1949	10,3	9,7	9,6	7,7	8,3	9,0	8,8	10,7	10,3
1950	12,2	15,2	11,5	8,2	13,3	10,2	11,2	12,5	10,7
1951	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Dans la parcelle sans fumure minérale, la part de la 1ere coupe est inférieure à la part de la 1ere coupe des témoins PK ; elle n'est que de 24,2 p. 100. Mais inversement elle est plus forte en 2e coupe chez la parcelle sans fumure minérale : 23,7 p. 100 alors que chez les parcelles avec Azote la part de la 2e coupe n'atteint que de 16,4 à 20,7 p. 100 et chez les témoins PK : 19,8 p. 100.

L'augmentation de la part prise par la 1ere coupe chez les parcelles avec Azote se trouve donc suivie d'une certaine diminution des parts des 2e et 3e coupes, par rapport aux témoins PK (moyennes de parts prises par la 3e coupe : témoins 22,2 p. 100, parcelles avec Azote 16,5 à 20,5).

L'inverse se constate en 4e coupe, où consécutivement à l'apport d'Azote

après 3e coupe, la part prise par la 4e coupe dans le rendement total se relève chez les parcelles avec Azote et devient supérieure à celle des témoins PK.

En 1950. En première coupe les constatations sont les mêmes qu'en 1949. La part p. 100 de la première coupe dans le rendement total des témoins PK est en moyenne de 32,9 p. 100 ; tandis qu'elle est comprise entre 36,2 et 38,2 p. 100 chez les parcelles avec Azote. A l'inverse de 1949, cette part de la 1ere coupe est plus élevée, pour la parcelle sans fumure minérale (38,2 p. 100) que pour les témoins PK.

Les 2e coupes ne présentent pas entre elles de différences très sensibles, leur part dans le rendement total se situe suivant les parcelles entre 20,5 et 24,6 p. 100, légèrement plus élevée chez les parcelles avec Azote. Par rapport à 1949, les 2e coupes paraissent avoir bénéficié de l'apport de la 2e fraction d'Azote.

Les 3e coupes sont, proportionnellement au rendement total, moins fortes que les 1ere et 2e, surtout moins que les 1ere chez les parcelles avec Azote. La part revenant à la 3e coupe dans le rendement total des parcelles PK témoins est en moyenne de 16,8 p. 100 alors qu'elle est comprise entre 11,7 et 15,4 p. 100 chez les parcelles avec Azote.

Les parts qui reviennent à la 4e coupe et au regain après 4e coupe sont les plus faibles chez la parcelle 5 sans engrais, tandis que le regain de la parcelle 2 (320 + 392 + 0) est important par rapport au rendement des autres coupes de cette parcelle. Les 4e coupes des parcelles azotées présentent une légère augmentation de leur part, par rapport à la 3e coupe ; il y a comme en 1949 action de l'Azote sur la part prise par la 4e coupe dans le rendement total, mais cette action est moins sensible qu'en 1949, car en 1950, l'Azote a été fractionné en 4 apports, au lieu de 2 en 1949.

En 1951. De même qu'en 1949 et 1950 toutes les parcelles avec Azote ont toujours une part de 1ere coupe proportionnellement plus forte que les coupes suivantes et que les témoins PK. La part de la 1ere coupe dans le rendement total des témoins PK n'est en moyenne que de 28,4 p. 100, chiffre voisin de celui de 1949, sensiblement inférieur à celui de 1950. Tandis que pour les parcelles avec Azote cette part s'élève de 30,1 à 37,7 p. 100 en 1951, alors qu'en 1949 elle était de 30,8 à 33,5 p. 100 et en 1950 de 36,2 à 38,0 p. 100. L'amplitude de variation des p. 100 de la part de la 1ere coupe de 1951 pour les parcelles avec Azote, est grande, comparée à celles de 1949 et de 1950.

Par rapport à ces parcelles avec Azote et aux témoins PK, la part de la 1ere coupe chez la parcelle sans engrais est plus faible, ainsi qu'en 1949 et à l'inverse de 1950. En 1951, elle s'abaisse à 23,1 p. 100.

Les deuxièmes coupes des diverses parcelles, comme en 1950, ne présentent pas de différences très sensibles. Leur part dans le rendement total se situe entre 23,8 p. 100 et 27, 1 p. 100.

A l'inverse de ce qui a été constaté pour la première coupe, la participation de la 3e coupe au rendement total est plus forte dans la parcelle sans fumure

minérale. Toutes les parcelles qui ont la majeure part de leur rendement en 1ere coupe ont leur plus faible part en 3e coupe, à l'exception cependant de la 3 (0 + 0 + 200) et de la 13 sans potasse (320 + 0 + 200) dont la coupe déficitaire est la 4e.

Résumé

En résumé, suivant les années et pour une même formule de fumure, l'importance de la part prise par une coupe donnée, dans le rendement total annuel en foin, est variable.

Dans les chapitres précédents, un fait important a été souligné, c'est la prédominance des Graminées en première et en quatrième coupes dans le rythme normal de la végétation des constituants botaniques du foin. L'application d'Azote avant ces coupes a pour effet d'accroître encore davantage la proportion en poids des Graminées.

A cet accroissement correspond une augmentation de la part prise par les rendements des premières et quatrième coupes dans le rendement en foin total de l'année.

Si les rendements des fumures azotées dépassent ceux obtenus avec les autres formules, c'est à cause de la supériorité de leurs première et quatrième coupes.

Mais si au contraire, les apports d'Azote sont fractionnés en quatre parties égales, une avant chaque coupe, on constate encore nettement l'accroissement de la part prise par le rendement de la première coupe dans le rendement total annuel en foin, mais on n'enregistre plus de supériorité de la part de la quatrième coupe, la végétation des Graminées paraît être dans une certaine mesure épuisée, à un moment où elle devrait être en état d'atteindre un deuxième maximum.

QUALITÉ DES FOINS

Enseignements fournis par l'analyse chimique minérale du foin entier et de ses constituants botaniques [1]

Des échantillons des récoltes de foin ont été prélevés et soumis à l'analyse chimique minérale en ce qui concerne les éléments suivants : Cellulose, Azote, Acide Phosphorique, Potasse, Chaux et Magnésie, en vue de déterminer l'influence des diverses fumures sur la composition chimique du foin et de ses constituants botaniques.

Pour des raisons d'ordre matériel ces analyses n'ont pu porter que sur des prélèvements des récoltes des 2e, 3e, 4e coupes et regain de 1950.

Cependant, les résultats obtenus sont concluants et viennent confirmer ceux précédemment acquis en 1938-39-40 au Domaine du Merle par L. MAUME.

[1] Les auteurs expriment ici leur gratitude à M. le Professeur L. MAUME qui a bien voulu s'intéresser à la présente étude, faire exécuter les analyses chimiques minérales par son personnel de laboratoire, et les guider dans l'interprétation des résultats analytiques.

TABLEAU XXVIII

Composition chimique du foin sec entier en 1950

N° Parcelles	2e Coupe						3e Coupe						4e Coupe					
	Cellulose	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Cellulose	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Cellulose	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
T (1)	30,9	1,65	0,71	2,11	1,41	0,56	26,9	2,21	0,66	2,38	1,90	1,08	27,5	2,25	0,70	2,42	1,73	0,84
2	29,4	1,65	0,75	2,45	1,66	0,57	29,0	2,50	0,84	2,70	1,26	0,75	28,2	2,35	0,81	2,50	1,60	0,87
3	28,1	2,25	*0,52*	1,95	1,20	0,70	28,2	2,40	*0,35*	2,45	1,69	0,87	27,8	2,30	*0,37*	2,00	1,65	0,87
5	—	—	—	—	—	—	26,3	1,94	*0,38*	1,90	1,80	1,00	26,4	2,30	*0,46*	2,40	1,90	0,85
6	28,1	1,70	0,66	1,70	1,16	0,48	28,8	2,25	0,55	2,30	1,40	0,76	26,3	2,12	0,50	2,25	1,50	0,73
9	29,7	2,50	0,70	1,70	1,82	0,66	27,0	2,28	0,66	2,50	1,55	0,84	26,5	2,35	0,58	2,50	1,44	0,75
10	29,4	2,00	0,66	1,40	1,26	0,64	27,2	2,30	0,69	2,80	1,70	0,71	27,3	2,20	0,63	2,35	1,56	0,70
12	30,4	2,70	0,71	2,40	1,56	0,67	27,5	2,17	0,73	2,80	1,40	0,71	28,6	2,05	0,76	2,65	1,26	0,71
13	30,3	2,10	0,72	1,30	1,40	0,55	27,6	2,50	0,70	2,00	1,60	0,82	28,5	1,90	0,65	2,00	1,30	0,80

(1) Moyenne de 5 répétitions.

TABLEAU XXIX

Composition chimique des constituants botaniques du foin sec du regain de 4e coupe 1950

Composants	*Graminées* (1)						*Légumineuses*						*Espèces diverses*					
Parcelles	Cellulose	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Cellulose	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Cellulose	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
T (2)	28,4	2,27	0,49	1,40	2,63	0,70	16,2	3,31	0,46	1,11	2,71	0,82	14,7	2,41	0,59	1,45	3,64	1,09
2	29,3	2,45	0,58	1,80	1,75	0,67	16,2	3,40	0,57	1,30	2,50	0,67	15,0	2,50	0,80	1,55	3,50	1,13
3	31,1	2,05	*0,32*	1,35	3,00	0,72	15,1	3,25	*0,30*	1,30	3,55	1,36	—	—	—	—	—	—
5	31,1	2,25	*0,35*	1,20	2,00	0,72	15,4	2,95	*0,32*	0,90	2,75	0,84	17,2	2,10	*0,41*	1,55	2,50	1,25
6	30,9	2,05	0,42	1,40	2,25	0,72	16,9	2,75	0,40	0,97	2,55	0,83	14,2	2,10	0,45	1,17	3,55	1,26
9	27,1	2,10	0,56	1,10	1,90	0,51	14,8	3,40	0,48	0,67	2,95	0,83	17,2	2,20	0,62	1,30	3,60	1,14
10	28,4	2,20	0,58	1,20	2,05	0,56	17,5	3,45	0,54	0,85	2,70	0,71	14,3	2,20	0,64	1,45	3,30	0,97
12	27,0	1,80	0,64	1,45	1,55	0,47	14,2	2,85	0,52	0,70	3,00	0,80	12,4	1,90	0,90	1,50	3,25	0,89
13	26,8	2,20	0,65	1,25	1,15	0,30	—	—	—	—	—	—	18,0	1,90	0,72	0,97	2,00	0,62
F (3)	30,2	1,75	0,43	0,95	1,30	0,43	17,2	3,05	0,48	0,91	2,50	0,67	14,4	2,10	0,51	1,10	3,60	1,16

(1) En grande majorité : *Fromental.*
(2) Moyenne de 5 répétitions.
(3) Prélèvement à la même date d'un regain de prairie voisine ayant fait l'objet de 3 coupes.

Les résultats des analyses chimiques minérales du foin sec des différentes coupes et du regain de 1950, pour les diverses formules de fumures, sont indiqués dans les tableaux XXVIII, XXIX, XXX, XXXI.

TABLEAU XXX

Teneur en protides du foin sec entier 1950

Parcelles	T(1)	2	3	5	6	9	10	12	13
2e coupe	10,3	10,3	14,0	—	10,6	15,6	12,5	16,9	13,1
3e coupe	13,8	15,6	15,0	12,1	14,0	14,2	14,4	13,6	15,6
4e coupe	14,0	14,7	14,4	14,4	13,2	14,7	13,7	12,8	11,9

(1) Moyenne de 5 répétition.

TABLEAU XXXI

Teneur en protides des constituants botaniques du foin sec du regain de 4e coupe 1950

	F(a)	T(b)	2	3	5	6	9	10	12	13
Graminées	10,9	14,2	*15,3*	12,8	14,0	12,8	13,1	13,7	11,2	13,7
Légumineuses	19,1	20,7	21,2	20,3	18,4	17,2	21,2	21,6	17,8	—
Espèces diverses	13,1	15,1	15,6	—	13,1	13,1	13'7	13,7	11,9	11,9

(a) Prélèvement, à la même date, d'un regain de prairie voisine ayant fait l'objet de 3 coupes.
(b) Moyenne de 5 répétitions.

En ce qui concerne les *teneurs en Protides*, on constate des différences sensibles entre les récoltes des parcelles. Ces différences ne sont attribuables ni aux coupes, ni aux fumures. En effet, si la teneur en protides s'élève régulièrement de la 2e à la 4e coupe chez les témoins PK (128 + 147 + 0), passant de 10,3 à 14,0, il n'en est pas de même dans la parcelle 2, PK (320 + 392 + 0) où cette teneur est en 2e coupe égale à celle des témoins, en 3e coupe très supérieure, en 4e coupe légèrement supérieure. Cependant dans ces fumures PK, sans Azote, il y a un net accroissement des protides du foin sec entier de 3e et 4e coupe, par rapport à la 2e coupe.

Dans la parcelle 5 sans fumure minérale, il y a aussi augmentation des protides de la 3e à la 4e coupe. Lors de cette dernière coupe la teneur en protides du foin de la parcelle sans engrais est sensiblement égale à celle des témoins PK.

Parmi les formules de fumures azotées on constate des différences de comportement : la parcelle PN (320 + 0 + 200), qui a présenté une teneur en protides élevée en 3e coupe, n'a plus qu'une teneur très faible en 4e coupe. Les

autres présentent en général une légère diminution à la 4e coupe (formules N 0 + 0 + 200 ; N 0 + 0 + 100 ; PKN 128 + 147 + 100 ; PKN 320 + 392 + 200).

S'il n'est pas possible de déterminer l'influence de la coupe ; il n'est pas non plus possible d'affirmer l'action de telle ou telle fumure, sur la teneur en protides du foin.

Les chiffres élevés constatés dans la parcelle 2 (320 + 392 + 0) peuvent se justifier par le développement important pris par les Légumineuses, espèces naturellement riches en protides. Mais des teneurs presque aussi élevées sont enregistrées dans la parcelle 3 (0 + 0 + 200) dans le foin de laquelle les Légumineuses sont presque inexistantes. Il serait intéressant de déterminer si les fumures azotées ont enrichi les Graminées en protides, et dans quelle mesure ?

Pour répondre à cette question nous n'avons que les chiffres, trop insuffisants, des analyses des constituants botaniques du regain après 4e coupe. D'après ces analyses il semblerait que les teneurs en protides les plus élevées, aussi bien chez les Graminées, les Légumineuses ou les espèces diverses, se constatent plutôt chez les parcelles à fumure phosphopotassique PK. L'élévation paraît plus sensible chez les Graminées et les espèces diverses que chez les Légumineuses dont la teneur en protides est, normalement, la plus élevée.

Quant aux teneurs en protides du foin entier des parcelles avec Azote, elles sont toutes inférieures à celles des fumures PK. Cependant il n'y a pas lieu de conclure, parce qu'il s'agit uniquement d'analyses du regain après quatrième coupe. La dernière application de l'Azote remontant à une époque lointaine (après 3e coupe, c'est-à-dire 4 mois auparavant), il est normal que ses effets ne se fassent plus sentir dans le produit du regain.

En ce qui concerne l'*Acide Phosphorique*, la teneur du foin en cet élément est directement en corrélation avec les fumures phosphatées. Les chiffres sont catégoriques, à toutes les coupes (chiffres soulignés dans les tableaux XXIX, XXXI).

L'absence de toute fumure phosphatée se traduit par une diminution considérable de la teneur en P_2O_5 du foin. Cette teneur s'abaisse au point de devenir voisine des proportions limites pour la formation ou le maintien en état du squelette des animaux. C'est ainsi que dans les parcelles épuisées : 5 (sans engrais) ou déséquilibrées : 3 (N seul depuis 2 ans), on constate des teneurs en P_2O_5 de l'ordre de 0,30 c'est-à-dire inférieures de 45 p. 100 à celles des témoins PK.

La parcelle 6 (0 + 0 + 100, ancienne 320 + 392 + 200) présente des teneurs en P_2O_5 faibles, inférieures de 30 p. 100 à celles des témoins PK, mais cependant supérieures de 15 p. 100 à celles des parcelles sans fumure, ou Azote seul depuis 2 ans. L'arrière-action de la forte fumure phosphopotassique de 1949 paraît donc encore légèrement sensible dans la composition chimique du foin de 1950.

Lorsque la fumure PK est augmentée, on observe un accroissement de la

teneur en P_2O_5 du foin. Par exemple le foin de la fumure PK (320 + 392 + 0) a une teneur de 0,80 tandis qu'elle n'est que de 0,46 à 0,60 au maximum chez les témoins PK (128 + 147 + 0).

Enfin les observations sur la végétation dénotent un plus grand développement des feuilles des Légumineuses : *Trèfle blanc* et *Trèfle violet*, dont les dimensions dépassent la moyenne, dans les parcelles 2 (320 + 392 + 0), 12 (320 + 392 + 200), 13 (320 + 0 + 200), à forte fumure phosphatée et à teneur élevée du foin en P_2O_5.

La teneur du foin en *Potasse* est également en corrélation nette avec les applications de KCl, malgré les apports relativement considérables en cet élément par les eaux d'irrigation et leur limon.

Ce sont les foins des parcelles 2 (320 + 392 + 0) et 12 (320 + 392 + 200), donc à forte fumure phosphopotassique, qui présentent les teneurs en K_2O les plus élevées, supérieures de 25 p. 100 en moyenne à celle de la parcelle sans engrais, et de 12 p. 100 à celle des témoins à fumure moyenne PK (128 + 147 + 0).

Une fumure potassique supérieure à 147 kg/ha de K_2O est donc capable d'augmenter encore dans des proportions notables la teneur en Potasse du foin. La suppression de cet élément dans la parcelle 13 (320 + 0 + 200), se traduit, malgré les fortes doses de P_2O_5 et de N, par une diminution extrêmement nette de la teneur en K_2O du foin, jusqu'au niveau de celle de la parcelle 5 sans engrais. Cependant il n'a pas été constaté de différence significative entre les rendements bruts en foin des fumures avec ou sans Potasse : parcelle 12 (320 + 392 + 200) et parcelle 13 (320 + 0 + 200).

Ce sont les Graminées et les espèces diverses qui sont nettement plus riches en Potasse que les Légumineuses.

Dans l'ensemble les teneurs en K_2O vont en croissant de la 1ere à la 4e coupe. En ce qui concerne la *Chaux*, les chiffres des analyses du regain de 4e coupe indiquent que les Légumineuses sont plus riches en Chaux que les Graminées et que les espèces diverses sont légèrement plus riches que les Légumineuses, ou tout au moins égales à ces dernières.

Suivant les fumures, la teneur en CaO des constituants du foin sec était comprise entre 1,15 et 3,00 pour les Graminées, 2,50 et 3,55 pour les Légumineuses, 2,0 et 3,64 p. 100 pour les espèces diverses.

Dans le foin sec entier cette teneur varie suivant les parcelles de 1,15 à 1,82 pour la 2e coupe ; de 1,26 à 1,90 pour la 3e coupe, et également de 1,26 à 1,90 pour la 4e coupe. On ne constate donc aucune différence quant à l'influence de la coupe. On ne voit pas non plus de corrélation entre les fumures et les teneurs en CaO.

L'analyse du foin entier ne révèle pas la supériorité à laquelle on pouvait s'attendre de la part des parcelles à fumure PK, du fait de leur forte population de Légumineuses naturellement riches en Chaux.

En ce qui concerne l'élément *Magnésie*, aucun fait probant ne peut être

constaté, si ce n'est la teneur généralement élevée en magnésie du foin de toutes les parcelles. Celle-ci est comprise entre 0,55 et 1,08.

Quant à la *Cellulose*, sa teneur va en principe en décroissant de la première à la quatrième coupe. Elle est toujours nettement plus élevée chez les Graminées que chez les Légumineuses et les espèces diverses, fait déjà bien établi.

Résumé

Les analyses chimiques minérales de 1950 confirment les résultats acquis antérieurement dans les essais de 1938-1940.

Il est démontré nettement que l'élément capital pour la production et la qualité du foin de Crau est l'*Acide Phosphorique*.

L'absence de fumure, ou bien une fumure déséquilibrée, par exemple uniquement azotée, abaissent rapidement la teneur en P_2O_5 du foin.

L'analyse chimique des plantes prédominantes d'une prairie, Graminées et Légumineuses, permet de déterminer avec précision les besoins en Acide Phosphorique, et par suite d'apporter les quantités de cet élément nécessaires. Ce n'est qu'une fois atteintes les proportions de 0,55 à 0,60 de P_2O_5 qu'il y a lieu de se préoccuper des fumures potassiques et azotées.

La suppression de la *Potasse* entraîne une diminution sensible de la teneur du foin en cet élément, sans influence marquée toutefois sur le rendement quantitatif, si par ailleurs les apports d'Acide Phosphorique et d'Azote sont convenables.

En ce qui concerne l'*Azote*, il aurait été intéressant de déterminer dans quelle mesure les fumures azotées pouvaient augmenter la teneur en protides des constituants botaniques, en particulier des Graminées ; et ainsi, de se rendre compte si le rendement total en protides à l'hectare des parcelles à forte population de Graminées développées et enrichies par les fumures azotées, parvenait à égaler et à dépasser celui des parcelles à fumure phosphopotassique à forte population de Légumineuses à teneur en protides normalement élevée.

ASPECT ÉCONOMIQUE

Prix de revient des fumures et augmentation des rendements. Bilan

Tous les renseignements concernant le rapport à l'hectare des récoltes des différentes formules de fumures : rendements, prix de vente du foin, valeur locative du regain, prix de revient des fumures, valeur nette relative par rapport au témoin PK pour chaque année, sont réunis dans les tableaux XXXII, XXXIII, XXXIV. Ces indications sont ensuite récapitulées et totalisées pour l'ensemble des trois années 1949, 1950, 1951 dans le tableau XXXV.

Pour estimer la valeur nette de la récolte, il faut déduire de la valeur brute (c'est-à-dire valeur du foin plus prix de location à l'hectare du regain, indication

donnée dans la colonne 4), le montant du coût de la fumure (colonne 5). Les valeurs nettes à l'hectare sont indiquées pour les différentes formules de fumures dans les colonnes 6 des tableaux ci-dessus.

TABLEAU XXXII

Valeur de la récolte des différentes fumures rapportée à l'hectare en 1949

	Rendement Kg/Ha foin sec 4 coupes 1	Prix de vente (1) 2	Location regain 3	Valeur totale 1949 brute 4	Prix revient fumure 5	Valeur totale nette 6	Différence par rapport au témoin 7	Valeur relative témoin = 100 8
		fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr
T	13 550 (2).....	230.384	20.000	250.384	13.100	237.284	0	100
2	14 350	243.882	20.000	263.882	33.400	230.482	— 6.802	97,0
3	14 460	245.786	20.000	265.786	26.000	239.786	+ 2.502	101,0
5	12 760	216.937	20.000	236.937	0	236.937	— 347	99,8
6	15 570	281.724	20.000	301.724	65.500	236.224	— 1.060	99,5
9	14 740	250.563	20.000	270.563	46.400	224.163	— 13.121	94,4
10	16 330	277.610	20.000	297.610	59.000	238.610	+ 1.326	100,6
12	16 925	287.725	20.000	307.725	72.400	235.325	— 1.959	99,2
13	15 020	255.306	20.000	275.306	49.000	226.306	— 10.978	95,4

(1) Sur la base de 1.700 fr les 100 kg pour 1949.
(2) Rendement moyen des témoins.

TABLEAU XXXIII

Valeur de la récolte des différentes fumures rapportée à l'hectare en 1950

	Rendement Kg/Ha foin sec 4 coupes 1	Prix de vente (1) 2	Location regain 3	Valeur totale 1950 brute 4	Prix revient fumure 5	Valeur totale nette 6	Différence par rapport au témoin 7	Valeur relative témoin = 100 8
		fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr
T	11 730 (2).....	117.320	20.000	137.320	10.720	126.600	0	100
2	11 790	117.920	20.000	127.920	27.320	110.600	— 16.000	*87,3*
3	10 790	107.870	20.000	127.870	27.000	100.870	— 26.270	*79,6*
5	8 045	80.450	20.000	100.450	0	100.450	— 26.150	*79,3*
6	11 950	119.530	20.000	139.530	13.500	126.030	— 570	99,5
9	13 800	138.000	20.000	158.000	37.720	120.280	— 6.320	95,0
10	12 790	127.860	20.000	147.860	24.220	123.640	— 3.960	97,6
12	13 680	136.800	20.000	156.800	54.320	102.480	— 24.120	*80,9*
13	14 160	141.620	20.000	161.620	46.000	115.620	— 10.980	*91,3*

(1) Sur la base de 1.000 fr les 100 kg pour 1950.
(2) Rendement moyen des témoins.

Les différences entre les valeurs nettes des récoltes des diverses fumures et la valeur nette moyenne des récoltes des témoins PK sont indiquées dans les colonnes 7.

En 1949, il y a eu pénurie de fourrage dans la totalité de la France du fait de la sécheresse exceptionnelle de l'été. D'où l'augmentation considérable du

prix du foin qui, en CRAU, s'est vendu de 2 000 à 2 500 frs le quintal. Malgré ce prix de vente très élevé on constate que seules les valeurs nettes des récoltes des fumures N seul 0 + 0 + 200 et PKN 320 + 392 + 200 dépassent, et encore de très peu, la valeur nette moyenne de la récolte des témoins PK. Ces différences ne sont pas assez grandes pour être significatives.

Toutes les autres formules de fumures sont déficitaires malgré les suppléments de rendement qu'elles ont procuré et malgré le prix de vente du foin, à cause du prix de revient très élevé des fumures.

TABLEAU XXXIV

Valeur de la récolte des différentes fumures rapportée à l'hectare en 1951

Rendement Kg/Ha foin sec 3 coupes 1	Prix de vente (1) 2	Location regain 3	Valeur totale 1951 brute 4	Prix revient fumure 5	Valeur totale nette 6	Différence par rapport au témoin 7	Valeur relative témoin = 100 8
	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr
T 12 340 (2).....	123.400	20.000	143.400	10.720	132.680	0	100
2 13 520	135.200	20.000	155.200	27.320	127.880	— 4.800	96,3
3 10 400	104.000	20.000	124.000	27.000	97.000	— 35.680	*73,1*
5 6 160	61.600	20.000	81.600	0	81.000	— 51.680	*61,0*
6 12 470	124.700	20.000	144.700	13.500	131.200	— 1.480	98,8
9 13 630	136.300	20.000	156.300	37.720	118.580	— 14.100	*89,3*
10 14 450	144.500	20.000	164.500	24.220	140.280	+ 7.600	*105,7*
12 16 050	160.500	20.000	180.500	54.320	126.180	— 6.500	95,1
13 16 170	161.700	20.000	181.700	46.000	135.700	+ 3.020	102,5

(1) Sur la base de 1.000 fr les 100 kg pour 1951.
(2) Moyenne des témoins.

Les plus déficitaires sont les formules PKN 320 + 302 + 100 ; PN 320 + 0 + 200 ; et PK 320 + 392 + 0. L'absence de fumure est peu déficitaire en première année d'essais parce qu'elle n'a occasionné aucun frais et parce que la qualité initiale de la prairie étant excellente, le rendement s'est maintenu assez élevé.

En 1950 les prix d'achat des engrais ont présenté une légère diminution mais le prix de vente du foin s'est fortement abaissé par rapport à 1949, jusqu'à 1 000 francs en moyenne aux 100 kg.

Aussi, aucune formule de fumure ne donne de recette supérieure à la formule PK 128 + 147 + 0, témoin.

La parcelle sans fumure minérale devient nettement déficitaire par suite de la forte diminution de son rendement. La fumure Azote seul depuis deux ans, également, pour la même raison.

Le déficit s'accentue chez les fumures PK 320 + 392 + 0 et PKN 320 + 392 + 200, à cause de l'accroissement de la différence entre le prix de vente du foin et le prix d'achat des engrais.

TABLEAU XXXV

Rentabilité des fumures Récapitulation des 3 années 1949, 1950, 1951

Parcelles	Fumures 1949	Fumures 1950 et 1951	Récolte totale foin Kg/Ha 1	Prix total de vente 2	Total location regain 3 ans 3	Rapport total 4	Prix total fumures 5	Rapport total net 6	Différence par rapport au témoin 7	Valeur relative témoin = 100 8
				fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr
T	PK 128 + 147 + 0	PK 128 + 147 + 0	37.620	472.100	60.000	532.100	34.540	497.560	0	100
2	PK 320 + 392 + 0	PK 320 + 392 + 0	39.660	497.000	60.000	557.000	88.040	468.960	— 28.600	94,2
3	N 0 + 0 + 200	N 0 + 0 + 200	35.650	457.660	60.000	517.660	80.000	437.000	— 60.560	*87,8*
5	O	O	26.970	358.990	60.000	418.990	0	418.990	— 78.570	*84,2*
6	PKN 320 + 392 + 200	N 0 + 0 + 100	39.990	525.950	60.000	585.950	92.500	493.450	— 4.090	99,2
9	PKN 320 + 392 + 100	PKN 128 + 147 + 200	42.170	524.860	60.000	584.860	121.840	463.020	— 34.540	*93,0*
10	PKN 320 + 392 + 200	PKN 128 + 147 + 100	43.570	549.970	60.000	609.970	107.440	502.530	+ 4.970	101,0
12	PKN 320 + 392 + 300	PKN 320 + 392 + 200	46.650	585.020	60.000	645.000	181.040	463.960	— 33.600	*93,2*
13	PN 320 + 0 + 200	PN 320 + 0 + 200	45.530	558.630	60.000	618.630	141.000	477.630	— 19.730	95,1

En 1951 les prix d'achat des engrais et le prix de vente du foin sont sensiblement les mêmes qu'en 1950.

Une seule formule donne un bénéfice par rapport aux témoins PK, c'est la formule PKN 128 + 147 + 100, dont la valeur nette relative de la récolte par rapport au témoin est de 105,7 p. 100.

Le déficit devient considérable chez la fumure Azote seul depuis trois ans, ainsi que chez l'absence de fumure, les rendements de ces parcelles sont en diminution continuelle depuis 1949.

Valeur locative et valeur nutritive des regains

En vertu de conventions locales entre propriétaires et éleveurs moutonniers, la valeur locative du regain s'est élevée à 20 000 francs par hectare de prairie, ce prix est demeuré le même en 1949, 1950 et 1951, pour la période de pâturage hivernal de novembre à mi-février.

Dans les calculs du prix de revient des récoltes à l'hectare, cette valeur locative de 20 000 francs a été ajoutée uniformément aux récoltes de toutes les formules de fumures. Cependant, étant donné les différences de composition botaniques et quantitatives perceptibles entre les regains des diverses parcelles leurs valeurs nutritives devaient être très différentes.

C'est la raison pour laquelle, afin d'avoir une idée approximative des différences entre les possibilités nutritives des regains des diverses fumures, les durées de temps pendant lesquelles un troupeau de moutons du Domaine de Merle a été occupé à pâturer les regains de la récolte 1951 ont été enregistrées dans le courant de l'hiver 1951-1952.

Cette durée de pâturage est plus ou moins longue suivant la vigueur du regain, donc suivant les fumures appliquées. Elle s'est échelonnée en moyenne, à l'hectare, de la manière suivante :

43 heures pour la parcelle sans fumure minérale ;	
86 heures pour les témoins	PK (128 + 147 + 0) ;
93 heures pour les fumures	PKN (128 + 147 + 200) ;
	PKN (128 + 147 + 100) ;
	N seul (0 + 0 + 100) ;
100 heures pour la fumure	PN (320 + 0 + 200) ;
119 heures pour les fumures	PK (320 + 392 + 0) ;
	PKN (320 + 392 + 200).

La durée du temps pendant laquelle le troupeau trouve sa nourriture peut donc varier du simple au double suivant que la prairie n'a pas reçu de fumure minérale ou au contraire, a bénéficié d'une forte fumure PK ou PKN.

La valeur économique du regain de ces fortes fumures est donc double (compte non tenu de la qualité) de celle du regain d'une prairie non fumée. Si on prend comme valeur de base à l'hectare celle du regain de la formule PK

(128 + 147 + 0) = 20 000 francs (prix de location ordinaire), la valeur à attribuer aux regains les plus forts devrait logiquement être au minimum de l'ordre de 28 000 francs à l'hectare, si on se base sur la durée du temps de pâturage.

En résumé

La récapitulation des prix de vente des récoltes et des prix de revient des fumures à l'hectare pour 1949, 1950 et 1951 met en évidence, pour l'ensemble de ces 3 années, d'une part le déficit qui résulte de l'absence de fumure minérale ou d'une fumure déséquilibrée ; d'autre part le déficit dû à l'emploi des quantités excessives d'engrais dont le prix d'achat ne se trouve pas compensé par une augmentation proportionnelle du rendement.

Cependant, dans le cas particulier du foin de Crau, en année normale c'est-à-dire où la récolte s'écoule à un prix raisonnable, une plus-value est susceptible d'être accordée au foin « long », riche en Graminées, obtenu grâce aux fumures azotées, un tel foin étant recherché par les viticulteurs méridionaux pour la nourriture de leurs chevaux. Les regains ont également une valeur nutritive supérieure, dont il n'est pas tenu compte économiquement.

Arrière-action des fumures en 1952

Influence de la suppression des fumures

1° *Sur les rendements en 1952.*

2° *Sur le bilan économique de l'exploitation de la prairie.*

L'expérimentation sur la prairie de fauche irriguée de Crau se terminait en principe avec l'année 1951.

Cependant étant donné les quantités importantes d'éléments fertilisants apportées au cours des années 1949-1950 et 1951, sur certaines parcelles, il était intéressant de se rendre compte si une arrière-action se manifesterait au cas où aucun apport d'engrais ne serait effectué en 1952, et quel pourrait être l'ordre d'importance économique de cette arrière-action.

I. — Rendement en Foin

En 1952, aucune fumure minérale n'a été appliquée, mais les rendements des récoltes parcellaires ont été enregistrés, de la même manière que les années précédentes. Les récoltes ont consisté en 3 coupes. Les constatations relatives aux rendements se résument ainsi qu'il suit :

a) Tous les rendements en 1952, sont inférieurs à ceux des années avec fumures.

b) Les rendements les plus faibles demeurent ceux de la parcelle 5 (qui n'a jamais reçu d'engrais) et de la parcelle 3 (qui n'a jamais reçu que de l'Azote).

c) Viennent ensuite les rendements des parcelles auxquelles étaient appliquées des doses moyennes de P_2O_5, K_2O et N.

d) Le rendement de la parcelle 13 (privée de K_2O, mais recevant P_2O_5 et N) est sensiblement égal à celui des témoins.

e) Les rendements les plus élevés sont ceux des parcelles auxquelles étaient précédemment appliquées les plus fortes fumures PK ou bien PKN (parcelles 2 et 12).

Une arrière-action se constate donc, d'une manière très nette, dans le cas de ces fortes fumures.

Si maintenant on compare les rendements obtenus en 1951 à ceux de 1952, sans fumure, on observe une diminution considérable du rendement des parcelles 6, 9, 10 qui, de 1949 à 1951 recevaient la même fumure PK que les témoins plus de l'Azote. Les indices des rendements relatifs de ces parcelles par rapport aux témoins : 100 s'abaissent de 1951 à 1952 de 111,6 à 85,1 pour la parcelle 6 ; de 121,4 à 89,6 pour la parcelle 9 ; de 125, 1 à 96,3 pour la parcelle 10.

L'Azote a donc épuisé les ressources de la végétation de ces parcelles d'une manière indiscutable.

Pour éviter, dans une certaine mesure, cet épuisement, il est indispensable d'accompagner l'apport d'Azote par une fumure phosphopotassique très supérieure à 128 kg/ha, P_2O_5 et 147 kg/ha, K_2O.

2. — Bilan économique

La suppression des fumures modifie sensiblement l'ordre de classement des parcelles en ce qui concerne le bénéfice procuré.

Ce sont maintenant, les parcelles 2 et 12, c'est-à-dire celles dont les fumures étaient les plus fortes, partant les plus coûteuses, qui apportent en 1952 les bénéfices les plus élevés. Ce sont les seules, on l'a indiqué précédemment, dont les rendements soient supérieurs à ceux des témoins.

L'arrière-action des fortes fumures se traduit donc, dans le bilan économique par un bénéfice sensible.

Au contraire, les parcelles 6, 9, 10 (anciennes fumures moyennes PK plus Azote) ne procurent plus aucun bénéfice, du fait de l'abaissement de leurs rendements. Quant à la parcelle 13, bien que privée de Potasse depuis 4 années, la situation de la valeur de sa récolte, par rapport à celle des témoins, continue à se maintenir sensiblement la même qu'en 1951.

Si on incorpore les valeurs des récoltes de 1952 au bilan total de la période d'exploitation 1949-1952, on constate que, par rapport à la période 1949-1951, la balance économique s'améliore légèrement en faveur des parcelles

$$2(320\ P_2O_5 + 392\ K_2O)\ ;$$

$$12\ (320\ P_2O_5 + 392\ K_2O + 200\ N) \text{ et } 13\ (320\ P_2O_5 + 200\ N).$$

Cependant, malgré ce relèvement, dû à l'arrière-action des fortes fumures, les fumures dont le bilan économique demeure le plus élevé pour l'ensemble des

4 années d'exploitation, sont les mêmes qu'en 1951, c'est-à-dire : la fumure témoin PK (128 kg/ha P_2O_5 + 147 kg/ha K_2O) et la fumure témoin PK plus Azote (128 kg/ha P_2O_5 + 147 kg/ha K_2O + 100 kg/ha N).

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS GÉNÉRALES

L'expérimentation 1949-1951 faisait suite aux essais de fumures minérales réalisés de 1938 à 1940 par L. MAUME au Centre National d'Expérimentation Agricole du Merle.

Le but était de préciser la connaissance du milieu végétal propre à la prairie de fauche naturelle irriguée de Crau, et de déterminer les possibilités techniques et économiques d'amélioration de la production fourragère de cette dernière en quantité et en qualité.

Sur une prairie naturelle ont été réparties diverses formules de fumures minérales comportant, outre l'absence totale de fumure, des doses plus ou moins élevées de Superphosphate, Chlorure de Potassium, Nitrate de Soude, et Sulfate d'Ammoniaque, suivant diverses formules : PK, PN, PKN et N seul.

Pour déterminer *l'action de ces formules de fumures sur le milieu floristique*, les méthodes de travail ont comporté, d'une part une analyse botanique numérique initiale ainsi que des analyses botaniques numériques renouvelées chaque année, d'autre part des analyses botaniques pondérales du produit de chaque coupe, fourrage vert et foin sec.

Les résultats des analyses botaniques numériques montrent qu'un nombre relativement peu élevé d'analyses de prélèvements de 100 cm², de l'ordre de 40 à 80, suffit pour déterminer d'une manière précise la physionomie botanique numérique, ou fréquence des espèces botaniques, d'une prairie de fauche de bonne qualité, en Crau. La physionomie botanique numérique initiale de la prairie d'expériences était, en résumé, la suivante :

Graminées : 35,6 p. 100 ; Légumineuses : 25,5 p. 100 ; espèces diverses : 28,9.

Les analyses botaniques numériques répétées chaque année ont permis d'enregistrer les variations de la composition floristique sous l'effet des fumures, et de déceler les espèces botaniques responsables de ces variations.

1° Tandis qu'aucune évolution n'a été constatée dans le cas de la fumure témoin PK, des variations extrêmement nettes se sont manifestées avec les fumures PKN, PN et N seul, c'est-à-dire toutes les formules comportant de l'Azote, ainsi qu'en l'absence de fumure minérale.

Avec les fumures PKN, la fréquence numérique des Graminées s'est élevée de 45 à 52 p. 100 en 3 ans ; celle des Légumineuses s'est maintenue aux environs de 25 p. 100 ; celle des espèces diverses a légèrement diminué.

Dans le cas de l'absence de Potasse (formule PN) la fréquence numérique des Graminées a diminué, ainsi que celle des Légumineuses, par contre celle des espèces diverses s'est élevée à 35,7 p. 100.

La formule N seul, pendant 3 ans, a provoqué une augmentation régulière de la proportion des Graminées, un abaissement considérable de celle des Légumineuses jusqu'à 7,3 p. 100, tandis que les espèces diverses demeuraient à peu près stationnaires.

2° Il existe des relations entre les variations des fréquences des espèces botaniques et les formules des fumures. Les plus caractérisées de ces variations sont les suivantes :

Le *Dactyle* a diminué chez les témoins PK et surtout avec la fumure sans Potasse.

La *Houlque laineuse* a été en régression partout, excepté dans le cas de la fumure Azote seul.

Le *Fromental* a diminué en l'absence de fumure minérale ainsi qu'en l'absence de Potasse. Il a augmenté dans le cas de l'Azote employé seul.

Le *Lotier corniculé* a diminué avec les fumures fortes en P_2O_5 ou en Azote, il s'est maintenu en l'absence de fumure.

Le *Trèfle blanc* au contraire, s'est multiplié avec les fumures fortes en P_2O_5, et a diminué dans le cas de l'Azote seul et de l'absence de fumure.

Le Trèfle violet est demeuré dans tous les cas en proportions sensiblement constantes, excepté en l'absence de Potasse qui a provoqué sa régression.

Parmi les espèces diverses, les Composées *Barkhausia* et *Taraxacum*, ont augmenté dans le cas de l'Azote seul ainsi qu'en l'absence totale de fumure minérale, et surtout en l'absence de Potasse. Leur proportion a au contraire diminué avec les formules de fumures comportant P_2O_5 et K_2O.

Les résultats des analyses botaniques pondérales aux différentes coupes, ont démontré qu'il était possible d'enregistrer d'une manière très précise et en concordance étroite avec les résultats des analyses botaniques numériques, l'évolution de la composition botanique des récoltes et les variations du rythme de la végétation de leurs constituants botaniques, sous l'influence des diverses fumures et époques de coupes.

Les formules de fumures qui comprennent uniquement P_2O_5 et K_2O tendent à équilibrer les proportions de ces constituants.

L'*Azote* au contraire, est un facteur puissant de déséquilibre. Son action est rapide et intense. Dès la première application, cette action se manifeste par l'accroissement en poids des Graminées, au détriment des espèces diverses, mais surtout des Légumineuses, dont la proportion dans le foin tend vers zéro si les apports d'Azote sont répétés fréquemment.

L'action sur les Graminées est plus marquée lorsque l'Azote est apporté en deux fractions : avant première et après troisième coupe, que si on l'applique en quatre fractions égales, une avant chaque coupe ; les apports avant première et après troisième coupe correspondent à des maxima dans le rythme normal de la végétation des Graminées.

L'intensité de l'action de l'Azote se révèle en outre, dans une certaine mesure, proportionnelle à la quantité totale de cet élément appliquée.

En ce qui concerne *les rendements en foin*, déterminés dans les conditions normales de la culture, en foin séché sur pré, pour des parcelles de 750 m², les rendements moyens des trois années, pour les diverses formules de fumures par rapport au rendement des témoins PK = 100, sont les suivants :

PKN, de 108 à 121 p. 100 ; PN, 119 p. 100 ; N seul, 94 p. 100 ; absence de fumure, 70 p. 100.

Les apports d'Azote avant première et après troisième coupe provoquent une augmentation de la part prise par les première et quatrième coupes dans le rendement total annuel. Cette augmentation est en corrélation avec l'accroissement de la proportion des Graminées dans le foin de ces mêmes coupes.

Les résultats des analyses chimiques minérales du foin entier ainsi que des constituants botaniques du foin, confirment les résultats des expérimentations antérieures, à savoir que l'*Acide Phosphorique* est l'élément fondamental de la production en quantité et en qualité de la prairie de fauche irriguée de Crau, et que l'analyse chimique des espèces dominantes : Graminées et Légumineuses, permet de déceler de façon précise les besoins de la prairie en Acide Phosphorique.

L'absence de la *Potasse* dans la fumure a une certaine influence sur la composition du milieu floristique et du foin, mais peu d'action sur le rendement, probablement à cause des apports importants en cet élément par les eaux d'irrigation et leur limon.

Du point de vue économique, compte tenu des rendements et des prix de revient des diverses fumures, la totalisation des récoltes des trois années fait apparaître un déficit élevé par rapport à la formule témoin PK 128 + 147 + 0, dans le cas des formules comportant des quantités excessives d'engrais, ainsi que des fumures déséquilibrées, ou bien encore l'absence de fumure minérale.

Les valeurs économiques relatives par rapport à celle de la fumure témoin PK = 100, sont les suivantes pour les différentes formules de fumures :

PKN de 93 à 101 p. 100 ; PN, 95,1 p. 100 ; N seul 87,8 p. 100 ; absence de fumure 84,2 p. 100.

La formule témoin qui avait été adoptée à la suite de l'expérimentation 1938-1940 est légèrement dépassée en valeur économique en 1951 à la suite de l'adjonction d'Azote suivant la formule PKN (128 + 147 + 100).

La manière la plus profitable d'apporter l'Azote dans le cas de la prairie de fauche de Crau, résultant des observations sur la végétation, la composition des foins et la détermination des rendements, paraît être la suivante :

Fractionner l'apport d'Azote en deux parties égales. La *première* appliquée en même temps que la fumure générale de fin de l'hiver, au moment du hersage de la prairie. Cette dernière pratique est très importante, elle a pour résultats d'aérer la couche superficielle du sol colmatée par le limon des irrigations, de permettre la pénétration des fertilisants, de rajeunir les touffes de Graminées et les stolons du Trèfle blanc.

L'adjonction de l'Azote à une formule de fumure comprenant P_2O_5 et K_2O

augmente surtout le rendement de la première coupe, celle dont le foin est le plus recherché et le mieux payé parce que « long » à cause des Graminées. Son rendement est accru en quantité et en valeur marchande.

La *deuxième* fraction de l'Azote doit être apportée sitôt la troisième coupe rentrée, pour avoir son maximum d'effet sur la quatrième coupe.

En relation avec ce fractionnement conseillé pour l'application de l'Azote, il convient d'avancer légèrement le moment de réalisation des coupes en se basant de façon précise sur le stade de début de floraison des Graminées principales : *le Fromental* et le *Dactyle*. Dans ces conditions, il est possible d'effectuer (au moins les années où les circonstances climatiques sont normales), une quatrième coupe dont le rendement vient s'ajouter au total des trois coupes habituelles.

De plus, le regain à la suite de cette quatrième coupe est plus jeune et mieux appété par les moutons pendant l'hiver, qu'un regain après une troisième coupe normale.

L'expérimentation 1949-1951 a été considérée principalement comme un moyen d'étude du milieu végétal de la prairie naturelle de fauche irriguée de Crau et de mise au point de méthodes de travail.

Les indications recueillies quant à la nature, les proportions, les rythmes de développement, l'aptitude à bénéficier des fumures minérales, des différentes espèces botaniques qui constituent le milieu de la prairie naturelle irriguée, sont susceptibles d'être utilisées en ce qui concerne la création de prairies artificielles temporaires de fauche, dont l'extension est à réaliser dans les régions méridionales de la France où de nouvelles terres viennent d'être mises en valeur par la culture du riz.

BIBLIOGRAPHIE

(1) Hugues (P.). — Contribution à la caractérisation des Ecotypes de graminées fourragères. Etude comparée de populations de Dactyle et de Fromental. *C. R. Acad. Agric. France*, 29 juin 1949, 10-19.
(2) Maume (L.). — Recherches sur la fertilisation des prairies irriguées de Crau. *Ann. Agron.*, XI, 21-58, 1941.
(3) Vries (D. M. de). — Methods of determining the botanical composition of hayfields and pastures. *Rep. Fourth Intern. Grassl. Congr. Aberystwyth*, 1937.
(4) Maume (L.) et Monteil (L.). — Valeur nutritive et alcalescence des foins de Crau irriguée. *Ann. Ec. Nation. Agric. Montpellier*, XXV, 2, 123-135, 1938.
(5) 1er et 2e Comptes Rendus du Centre National d'expérimentation Agricole du Merle (Bouches-du-Rhône). *Le domaine du Merle en 1938 et en 1939-40.*
(6) Maume (L.). — Contribution à l'étude de la composition chimique des plantes fourragères. *Ann. Agron.*, X, 15-56, 1940.
(7) Long (J.) et Pradon (R.). — Le foin de Crau. *Bull. Techn. Inform.* 35, 683-692, 1948.

NOTE SUR LA FÉCONDATION DU BLÉ ET LA CONSERVATION DES VARIÉTÉS

PAR

G. GRILLOT et Mlle L. CAZAL

Service de la Recherche Agronomique et de l'Expérimentation Agricole, Rabat (Maroc)

PLAN DU MÉMOIRE

Biologie florale.

Cas du Florence x Aurore.

Expérience 1950.
Descendance 1951.
Expériences 1951.
Fécondations tardives.

L'allogamie du blé.

Conservation des variétés.

Conclusions.

Bibliographie.

BIOLOGIE FLORALE

On sait que l'inflorescence du blé est un épi à deux faces portant un épillet sessile sur chaque étage de chaque face. Chaque épillet comprend deux glumes et une ou plusieurs fleurs. Chaque fleur est normalement formée de deux glumelles, deux glumellules ou lodicules, trois étamines et un carpelle pourvu de deux styles terminés par des stigmates plumeux.

On admet communément que le blé est une céréale autogame, et que la fécondation s'y produit avant l'apparition des anthères à l'extérieur des fleurs, c'est-à-dire avant leur expulsion hors des glumelles qui les protègent.

En réalité, le phénomène est plus délicat. Selon PERCIVAL (21-22), une partie du pollen est déposée sur les stigmates de la même fleur, et le reste est répandu dans l'air. D'après LEIGHTY et SANDO (14), l'ouverture des glumelles, d'abord lente, s'accentue rapidement ensuite pour atteindre 3 à 4 mm. Au début de cette ouverture, les anthères sont encore le plus souvent intactes, mais elles éclatent dès le premier début d'allongement du filet de l'étamine, et une partie du pollen

se répand sur les stigmates tout en restant enfermé dans la même fleur. Environ un tiers du pollen tomberait ordinairement ainsi dans l'intérieur même de la fleur et provoquerait l'autofécondation habituelle, tandis que le pollen restant, sortant des fleurs entr'ouvertes, se disperse alentour. D'après ces mêmes auteurs, le pourcentage de fleurs réellement cléistogames, et d'ailleurs fécondes, donc sûrement autogames, ne serait que d'environ 5 p. 100. Ceci ne veut pas dire, à notre avis, que les autres fleurs ne sont pas autofécondées car l'éclatement des sacs polliniques coïncidant avec le début de la floraison semble devoir assurer, quant aux chances de conjugaison avec le gamète femelle, la priorité au pollen de la même fleur.

D'après Bœuf (2), d'ailleurs, les anthères s'ouvrent au moment de l'allongement des filets d'étamines et, frôlant au passage les stigmates, y déposent une partie de leur pollen, ce qui assure habituellement l'autofécondation. De fait, en cultivant côte à côte plusieurs variétés, Nilson-Ehle (20) d'une part, Garber et Quisenberry (6), d'autre part, n'ont enregistré dans leurs essais respectifs que 0,9 et 0,3 p. 100 de croisements naturels intervariétaux.

Par contre Hayes (11) en a observé jusqu'à 2 à 3 p. 100.

Comme l'a écrit Lathouwers (13), l'autogamie prépondérante et prononcée du blé découlerait donc naturellement du cours normal de sa floraison, l'allogamie restant toutefois possible, et même assez fréquente dans certaines régions.

A ce sujet A. et G. Howard, cités par Lathouwers, ont signalé qu'aux Indes l'élévation de la température vers le milieu du jour empêcherait la fermeture des enveloppes florales et favoriserait ainsi les croisements naturels, même interspécifiques. Cook a fait la même constatation en Palestine.

En Tunisie, Bœuf (1), a observé voici déjà plus de trente ans de nombreux exemples d'hybridations naturelles chez les blés tendres et durs de la collection du Service Botanique et Agronomique, et il est d'avis que les croisements spontanés avec des variétés introduites ont joué un grand rôle dans l'hétérogénéité des sortes locales non encore améliorées à cette époque.

Enfin, à Rabat (23) nous avons à maintes reprises rencontré des hybrides naturels intervariétaux dans les parcelles de blés tendres et de blés durs de la collection du Centre de Recherches Agronomiques, ainsi qu'un hybride naturel interspécifique entre le blé tendre (*T. vulgare Host*) et blé dur (*T. durum Desf*), l'espèce maternelle étant le blé tendre (variété Pusa 4).

Le degré d'aptitude au croisement naturel paraît être également fonction de la variété ; en effet, Nilson-Ehle (20), ayant en Suède cultivé côte à côte trois variétés de blé de floraison simultanée a écrit en 1915 que l'une d'elles restait complètement exempte de croisements naturels cependant que les deux autres fournissaient l'une 7 plantes hybrides sur 777, l'autre 3 sur 615.

En 1921, Jacques de Vilmorin, également cité par Lathouwers (13) signalait qu'en France, à Verrières-le-Buisson, certaines variétés sont plus allogames que d'autres.

D'autre part, LEIGHTY et TAYLOR (15), travaillant à Arlington (Virginie) de 1917 à 1926, ont observé des différences variétales très prononcées, la proportion de croisements naturels allant, suivant les variétés, du voisinage de zéro jusqu'à 34 p. 100.

A Rabat, deux variétés de blé tendre : Pusa 4 et Florence × Aurore, se montrent plus sensibles que les autres aux atteintes du vicinisme. Dans nos cultures qui comprennent une collection de nombreuses variétés, la proportion de croisements naturels intervariétaux atteint 1 p. 1 000 dans ces deux variétés.

Exprimée ainsi, cette proportion paraît faible. Mais si l'on admet qu'il existe un nombre moyen de 200 épis au mètre carré, chaque épi comptant 45 grains en moyenne, le nombre total de grains produits au mètre carré est de 9 000, sur lesquels, à raison de 1 p. 1 000, on pourrait donc compter 9 grains résultant d'une hybridation, ce qui n'est pas négligeable. Il serait d'ailleurs erroné d'en déduire qu'on peut redouter la production naturelle de 90 000 grains hybrides par hectare, parce que l'hybridation intervariétale ou interspécifique ne peut se produire que s'il y a deux ou plusieurs variétés ou espèces de floraison simultanée au voisinage les unes des autres, ce qui, sur de vastes champs, même contigus, ne peut être pratiquement réalisé qu'en lisière de ceux-ci.

CAS DU FLORENCE × AURORE

La variété Florence × Aurore, que nous venons de citer comme particulièrement sujette aux fécondations croisées, est issue d'un croisement effectué par le Professeur SCHRIBAUX. Elle a pris une importance considérable dans les cultures de Tunisie à partir de 1935, à la suite des travaux du Professeur BŒUF et de ses collaborateurs, puis au Maroc où elle couvre chaque année plus de cent mille hectares.

Or, cette variété comporte deux particularités :

1° Elle est sensible au charbon nu : *Ustilago Tritici* (*Pers*) *Jens*.

2° En dépit de nombreuses années de sélection pédigrée, elle n'apparaît pas parfaitement fixée.

La première de ces particularités inquiète les sélectionneurs et les agriculteurs, la seconde embarrasse les généticiens.

Les phytopathologistes : DELACROIX et MAUBLANC (4), MARCHAL (16), FOEX (5), NICOLLE et MAGROU (19) affirment que l'infection par le charbon nu se produit au moment de la floraison du blé, et d'après BREFELD cité par DELACROIX et MAUBLANC (4) l'infection florale du blé serait le seul moyen possible de reproduction de ce charbon dont les spores seraient incapables d'infester les jeunes pieds de blé au moment de leur germination.

Mais, outre une prédisposition de la variété à la maladie, un tel mode d'infection exige évidemment que la fleur de blé soit ouverte au moment voulu pour que les spores puissent se déposer sur des stigmates réceptifs, c'est-à-dire d'après DELACROIX et MAUBLANC, au moment de la fécondation, ce qui nous

avait conduits à penser que l'ouverture plus ou moins prolongée des fleurs pouvait en même temps y favoriser l'allogamie, décelée par la fréquence relative des croisements naturels.

Ces considérations nous firent émettre l'hypothèse (8) que l'allogamie intérieure à la variété devait être relativement fréquente chez le Florence × Aurore, si bien que les diverses sortes de cette variété ne seraient pas des lignées pures, mais constitueraient chacune une population de génotypes voisins, cousins très proches se mariant fréquemment entre eux, ce qui, tout en permettant le maintien du phénotype général de la variété, voire de la sorte considérée, entretiendrait une certaine et permanente hétérozygotie — d'ailleurs limitée — qui expliquerait à la fois :

1° l'hétérogénéité relative de la variété résultant des ségrégations par autogamie faisant suite à des fécondations allogames,

2° sa haute productivité qui serait due, en partie tout au moins, à des manifestations d'hétérosis,

3° ses facultés d'adaptation à des conditions très diverses de milieu grâce aux aptitudes diverses des plantes, les plus aptes à prospérer sous des conditions données prenant le pas sur les autres et compensant le déficit ou la disparition des moins aptes.

Nous avions à plusieurs reprises voulu vérifier cette hypothèse, mais la guerre, puis d'autres travaux, nous en avaient empêchés jusqu'en 1950.

Ce n'est qu'en mars 1950 que nous avons pu suivre dans une parcelle de la Station Expérimentale du Centre de Recherches Agronomiques de Rabat les floraisons de la lignée connue au Maroc sous le n° 2511, qui est une multiplication marocaine du Blé Cailloux (c'est-à-dire du Florence × Aurore sélectionné en Tunisie avant la guerre).

Les observations commencées le 13 mars 1950 se sont poursuivies chaque jour sans interruption de 6 h 30 à 18 h 30 jusqu'au 21 mars. L'observation de nuit n'a pas été possible.

Leighty et Sando (14) ont d'ailleurs constaté en Virginie que les fécondations chez le blé se produisent à raison de 86,1 p. 100 à la lumière diurne, 6,9 p. 100 à la lumière de l'aube ou du crépuscule, et 6,9 p. 100 seulement la nuit. Le maximum de fécondation a lieu, d'après ces auteurs, entre 17 et 18 h, cependant qu'à Tunis Bœuf (2) l'a observé entre 9 h et 14 h et qu'à Rabat le maximum se produit entre 14 et 15 heures. A noter que Percival (21-22) en Angleterre, l'a observé entre 4 et 7 h du matin.

Durant toute cette période du 13 au 21 mars — période de floraison de la variété — rien d'anormal n'a été constaté par rapport au processus connu jusqu'à ce jour pour le blé, c'est-à-dire : écartement progressif des glumelles au fur et à mesure que les filets s'allongent et que les anthères montent, jusqu'à l'expulsion de celles-ci après éclatement des sacs polliniques, et resserrement des glumelles l'une contre l'autre aussitôt après. Ces diverses phases s'effectuent en général à Rabat en quelques minutes. Aux États-Unis, Leighty et

SANDO mentionnent également une durée de 3 à 4 minutes entre l'ouverture complète des glumelles et la vidange totale des anthères, soit une vingtaine de minutes du tout premier début à la fin de la floraison, cependant que PERCIVAL en Angleterre a indiqué 8 à 30 minutes.

Du fait que les glumelles commencent à s'écarter avant l'éclatement des sacs polliniques et que, par conséquent, la fleur est déjà entr'ouverte avant la fécondation et aussi lors de cet éclatement, il apparaît donc bien possible, quoique avec des chances réduites, que du pollen étranger puisse pénétrer entre les glumelles avant ou pendant l'éclatement des anthères, et aussi qu'une partie du pollen de la fleur considérée puisse s'échapper vers l'extérieur. Ce sont bien là des conditions susceptibles de permettre des fécondations croisées ainsi que l'introduction en temps opportun des spores de charbon, mais elles ne sont point propres à la seule variété Florence × Aurore et elles paraissent au contraire communes à l'ensemble des variétés.

EXPÉRIENCE 1950

D'autre part, nous avons, en 1950 également, procédé à la castration mâle complète de deux épis de Florence × Aurore qui furent ensuite laissés en fécondation libre, c'est-à-dire non ensachés. Ils avaient été choisis chacun sur une plante ayant un autre épi présentant le même développement (même hauteur de tige, même distance entre le point de sortie de la gaine et la base de l'épi, même nombre d'épillets). Ces quatre épis, sortis de leur gaine depuis 24 heures au plus, avaient leurs anthères encore très vertes et peu développées au moment de la castration de sorte que, même dans le cas où l'une d'elles eût été brisée au cours de l'ablation, le pollen était encore dans l'impossibilité de féconder la fleur sur laquelle il avait des chances de tomber ; les stigmates n'étaient pas encore en état de recevoir le pollen, tandis que celui-ci, immature, avait en outre de grandes chances d'être flétri, sinon desséché, à l'époque normale de fécondation. Les deux épis non castrés ne subirent aucun traitement, et par conséquent fleurirent naturellement.

Or, à la récolte, on a compté dans la plante n° 1 (épis de 19 épillets) 31 grains sur l'épi normal non castré et 25 sur l'épi castré laissé en fécondation libre, et dans la plante n° 2 (épis de 18 épillets) : 32 grains sur l'épi normal non castré et 34 grains sur l'épi castré laissé en fécondation libre.

On peut donc admettre que les épis sans anthères, dont les fleurs restèrent baillantes (plusieurs jours pour certaines d'entre elles) jusqu'à ce que la fécondation ait eu lieu, ont donné à peu près autant de grains que les autres. Or les grains qu'ils ont produits proviennent obligatoirement de fécondations par du pollen étranger à l'épi considéré, ce qui prouve au moins qu'il y a profusion suffisante de pollen vivant et fécondant dans l'atmosphère au moment voulu, l'ouverture prolongée des fleurs castrées dénonçant cependant la rareté relative de ce pollen tout en accroissant ses chances de pénétration dans la fleur castrée.

Par contre, la fructification des épis non castrés ne prouve pas que leurs grains proviennent seulement d'autofécondations.

DESCENDANCE 1951

Les grains produits par chacun de ces quatre épis ont été semés séparément le 26 décembre 1950. En 1951 toutes leurs descendances ont eu, sans aucune plante aberrante, l'aspect et le faciès du Florence × Aurore. Il ne semble donc pas qu'il y ait eu d'hybridations intervariétales, même chez les épis castrés, mais ce dernier point ne pourra être tout à fait élucidé qu'en 1952 par l'examen de la F2 (compte à tenir d'ailleurs des croisements naturels possibles en 1951 et dont les descendances éventuelles seront alors en F1).

Toutefois la végétation des parcelles ensemencées avec les grains d'origine allogame (récoltés sur les épis castrés) apparaissait en avril 1951 sensiblement plus luxuriante, plus régulière, plus uniforme que celle des parcelles ensemencées avec les grains provenant des épis non traités. On pouvait penser à ce moment-là que l'allogamie avait pu entraîner, par hétérosis, un plus fort développement et, par le masquage des caractères récessifs, une uniformité due aux

TABLEAU I

Etudes des plantes et récoltes provenant des épis

A) castrés (grains obligatoirement d'origine allogame) ;
B) non castrés.

Caractères observés dans la descendance 1950-51	Épis d'origine de la récolte 1950			
	Plante 1		Plante 2	
	épi castré 2511-1-A	épi non castré 2511-1-B	épi castré 2511-2-A	épi non castré 2511-2-B
Nombre de grains semés	25	31	34	32
Levée %	92	61	94	81
Dates d'épiaison	24/3	23/3	24/4	24/3
Dates de maturité	23/5	23/5	23/5	23/5
Hauteur des tiges (en mètres) et nombre de plantes correspondant à chaque hauteur de tige	1,20/7	1,20/7	1,15/3	1,20/10
	1,15/7	1,15/8	1,10/9	1,05/1
	1,10/9	1,10/9	1,05/12	1,00/15
	—	1,05/1	1,00/8	—
Nombre de plantes récoltées	23	19	32	26
Hauteur moyenne des tiges (en mètres)	1,14	1,12	1,06	1,09
Nombre d'épis :				
Total	70	69	100	101
Par pied	3,04	3,63	3,12	3,88
Poids des épis avec 15 cm de tige (en grammes)	188,3	161,5	222,5	275
Poids de grains produit (en grammes)	138,0	112	185	212
Poids moyen en g de grains :				
Par pied	6,00	5,89	5,78	8,75
Par épi	1,94	1,62	1,85	2,12
Nombre moyen de grains par épi	35,9	30,6	36,3	39,3
Poids moyen de chaque grain (en centigrammes)	5,4	5,3	5,1	5,4

caractères dominants, en même temps que, inversement, l'aspect de la descendance des épis non traités correspondait apparemment aux effets d'une réduction de l'hétérosis et d'une certaine ségrégation.

Mais les pesées et les comptages faits à la récolte, et qui sont groupés dans le tableau I, n'ont pas confirmé la supériorité des plantes d'origine allogame.

En effet, la comparaison de la descendance de l'épi castré avec celle de l'épi non castré, est à l'avantage de la première pour les descendances de la plante n° 1, de la seconde pour celles de la plante n° 2, en ce qui concerne : la hauteur des plantes, le poids total des épis produits, le poids total du grain récolté, le poids moyen de grains produit par pied et par épi, le poids moyen de chaque grain, et le nombre de grains par épis.

Par contre, le pourcentage de levée a été bien meilleur avec les grains d'origine allogame (92 à 94 p. 100) qu'avec les autres (61 à 81 p. 100) sans que la cause d'une telle différence ait pu être discernée. Par la suite le tallage, plus accentué dans les parcelles plus claires, a rétabli l'égalité quasi-parfaite du nombre d'épis, de sorte que le nombre moyen d'épis par pied est plus élevé (3,63 et 3,88) chez les plantes issues de grains normalement obtenus que chez les plantes issues de grains d'origine allogame (3,04 et 3,12).

On peut donc être tenté d'attribuer à la levée plus difficile et au tallage plus accusé d'un certain nombre de plantes, l'aspect moins homogène et moins avancé, donc moins luxuriant au mois d'avril, des parcelles ensemencées avec les grains qui provenaient des épis normaux c'est-à-dire non castrés. A la récolte, cette hétérogénéité relativement plus accentuée des descendances d'épis non castrés se manifestait encore par la hauteur plus irrégulière des plantes ; en effet cette hauteur va de 1,10 m à 1,20 m soit 10 cm d'écart pour la descendance des grains allogames de la 1ere plante et de 1,05 m à 1,20 m, soit 15 cm d'écart pour la descendance des autogames provenant de cette même plante. Elle va de 1 m à 1,15 m, soit 15 cm d'écart pour les plantes d'origine allogame, et de 1 m à 1,20 m, soit 20 cm d'écart pour celles d'origine autogame, dans les descendances de la 2e plante.

D'autre part, on n'a pas noté de différences appréciables à propos de la date du début d'épiaison (23-24 mars) ni de la date de maturité (25 mai) mais l'uniformité plus grande a conféré à l'ensemble de la descendance des grains d'origine allogame une précocité moyenne d'épiaison plus accentuée que dans les autres parcelles où l'échelonnement des épiaisons s'est prolongé davantage dans le temps. Il est possible également que cet échelonnement plus accusé soit dû au retard apporté chez certaines plantes, et certaines talles, par la levée plus difficile et par le tallage plus accentué.

EXPÉRIENCES 1951

En 1951, nous avons recommencé l'expérience en la faisant porter sur cinq variétés et sur quinze épis par variété soit cinq épis castrés non ensachés à la

floraison et ne pouvant être fécondés que par allogamie, cinq non castrés ensachés à la floraison donc obligatoirement autogames (avec possibilités de fécondations entre gamètes de fleurs différentes du même épi) et cinq épis non traités, ni ensachés ni castrés, laissés en fécondation libre et naturelle.

Les comptages de grains formés dans les épis ont donné les chiffres suivants (tableau II) :

TABLEAU II

Type de Fécondation	Épis	Nombre moyen de grains formés par épi					% de fructification par rapport aux épis non traités				
		2511 Cailloux	422 Pusa 62	426 Pusa 66	2459	2645 Florica	2511 Cailloux	422 Pusa 62	426 Pusa 66	2459	2645 Florica
libre	Épis non traités	38	66	46	40	57					
allogamie	Épis castrés	24	40	39	11	32	65	66	89	28	56
autogamie	Épis ensachés	40	52	31	43	43	105	79	67	107	75
Nombre d'épis au m² dans les parcelles de culture		128	176	328	244	212	128	176	328	244	212

2459 est une sélection du Centre de Rabat (mutation de 422), 2645 une création de ce même Centre par surhybridation (Gharb × Florence) × Cadet.

D'après le tableau II, l'ensachage, ayant pour conséquence l'autogamie forcée, semble sans aucun effet défavorable sur la fructification des variétés 2511 (Cailloux) et 2459, mais il a réduit d'environ 20 à 30 p. 100 celle des trois autres variétés.

D'autre part, la castration mâle entraînant l'allogamie obligatoire a réduit approximativement des 3/4 la fécondité du 2459, d'une moitié celle de 2645, d'un tiers celle de 422 et de 2511, et de 10 p. 100 celle de 426 (Pusa 66).

La variété 2 459 s'est donc comportée assez différemment des autres ; elle apparaît peu féconde par allogamie, tandis que l'autogamie forcée n'apporte chez elle aucune réduction de fécondité.

Par contre, le 426 possède le plus fort pourcentage de fécondation par allogamie obligatoire, et le plus faible par autogamie forcée.

Chez 422 et 2 645, la fécondation est, en 1951, réduite par l'autogamie forcée (ou tout au moins par l'ensachage) et plus encore par l'allogamie obligatoire (ou tout au moins par la castration) ; on pourrait en conclure — provisoirement — que les deux modes de fécondation doivent jouer simultanément pour que la fécondité soit au maximum ; on peut aussi penser que les mauvaises conditions de milieu créées par l'ensachage, et les effets du traumatisme de la castration sont respectivement les causes de ces réductions.

Enfin 2511 apparaît, à la lumière des essais de 1950 et de 1951, comme susceptible de fructifier normalement, que ce soit par autogamie forcée en 1951, ou bien, quand les circonstances sont favorables (1950) par allogamie obligatoire.

A noter que les observations et par conséquent les castrations ont été faites en 1951 dans des cultures anormalement claires (128 à 176 épis au m²) en ce qui concerne les variétés 2 511 et 422 ; il se peut que, de ce fait, les fécondations par allogamie aient pu s'y trouver défavorisées. Par contre, dans la parcelle de 426 la densité atteignait 328 épis au mètre carré, et le taux de fructification obtenu montre que les possibilités d'allogamie y sont très importantes. Enfin, le fait que la densité d'épis était de 244 au mètre carré chez le 2 459 accentue la singularité du comportement de cette variété.

Le tableau III, donnant les poids moyens individuels des grains produits ne révèle pas de différence systématique entre grains d'épis castrés (allogamie) et grains d'épis non castrés (présomption d'autogamie) laissés les uns et les autres en fécondation libre, de sorte que l'infériorité générale (exception faite du 2 459) du poids moyen unitaire des grains des épis ensachés non castrés (autogamie) apparaît davantage imputable à l'ensachage qu'à l'autogamie forcée.

TABLEAU III

Type de fécondation	Épis	Poids moyens des grains, en centigrammes				
		2511	422	426	2459	2645
libre	Épis non traités	6,39	3,17	3,45	2,97	6,04
allogamie	Épis castrés	5,68	3,39	3,31	3,88	6,10
autogamie	Épis ensachés	5,65	3,08	2,76	3,51	5,21

On notera que l'infériorité du poids individuel des grains d'épis ensachés est particulièrement accusée chez le 426 où le taux de fécondation dans ces épis a été également le plus faible : 67 p. 100.

FÉCONDATIONS TARDIVES

D'autre part en 1950, quelques jours après la période du 13 au 21 mars qui avait pu être consacrée à l'observation des floraisons du Florence × Aurore, on avait constaté la présence dans cette variété d'une forte proportion (3 à 4 p. 100) d'épis ayant une ou plusieurs fleurs largement ouvertes et apparemment non fécondées, bien que leurs anthères fussent tombées, alors que chez les autres fleurs de l'épi et même de l'épillet, les glumelles étaient refermées et le grain déjà en formation. On se trouvait donc en présence d'épis dont la fécondation normale était terminée depuis huit ou dix jours.

Des recherches dans les parcelles voisines permirent de constater le même

phénomène chez de nombreuses variétés de blés tendres, blés durs et orges de notre collection.

Examinés à la loupe, les stigmates de ces fleurs restées ouvertes paraissaient encore en état de réceptivité et, sur certains d'entre eux, on pouvait voir quelques grains de pollen provenant vraisemblablement d'autres fleurs, car les anthères de ces fleurs baillantes paraissaient avoir été expulsées depuis plusieurs jours et pendaient, blanchâtres et absolument vides, à l'extérieur des glumelles ; parfois même elles avaient totalement disparu. Dans d'autres cas, chez le blé tendre 355 (Cadet) notamment, elles étaient au contraire peu développées, non éclatées et presque desséchées à l'intérieur des glumelles.

Le pollen présent sur les stigmates de ces fleurs proviendrait donc soit d'autres épis de la même parcelle, c'est-à-dire de la même variété, soit de parcelles voisines d'autres variétés.

A la récolte, observée sur quatre variétés, ces fleurs restées tardivement et largement ouvertes donnèrent les résultats suivants :

d'une part :

Blé tendre 335 (Cadet) : 19 de ces fleurs réparties entre 5 épis : *pas de grain*, tandis que les autres fleurs (normales) étaient normalement fertiles (1 épi à 28 grains, 1 à 40, 1 à 41, 1 à 44, 1 à 48).

Blé tendre 2 645 (Florica) : 60 de ces fleurs réparties entre 3 épis d'une même plante : *pas de grain*. Etant donné le grand nombre de fleurs ainsi stériles, le nombre de grains respectivement produits sur chaque épi par les autres fleurs (normales) de chaque épi n'a été que de 11 , 14 et 15.

Blé tendre 2 057 : 3 épis de la même plante dont presque toutes les fleurs étaient restées tardivement ouvertes n'ont donné, sur ces fleurs *aucun grain*, et, avec les autres fleurs, n'ont respectivement produit que 2-6 et 8 grains ;

d'autre part :

Blé tendre 2 511 (Florence × Aurore) : sur 15 de ces fleurs réparties entre 13 épis, 12 *ont donné un grain* et trois sont restées stériles. Ces mêmes épis ont produit, avec leurs fleurs normales, de 27 à 53 grains chacun.

On voit que le Florence × Aurore a eu là un comportement très différent de celui des trois autres variétés. Il n'a pas été possible de déterminer la cause d'une telle différence. La non fécondation de nombreuses fleurs restées ouvertes parce que non fécondées à l'époque normale, et pas davantage fécondées par la suite, chez les variétés 335 et plus encore chez 2 645 et surtout 2 057 semblerait trahir une déficience du pollen confirmée chez le 335 par le non éclatement des anthères de ces fleurs.

Pareille déficience ne se produit sûrement pas chez le Florence × Aurore, où peu de fleurs sont restées stériles, même après pollinisation tardive.

La descendance des grains issus des fleurs restées tardivement ouvertes a été en 1951 tout à fait normale, morphologiquement identique à celle des grains provenant des fleurs normales des mêmes épis et, bien qu'il faille attendre la

seconde génération pour en être sûr, il ne semble donc pas qu'il se soit produit de croisements intervariétaux.

L'épiaison s'est toutefois produite dans cette descendance avec quelques jours de retard. On est amené de ce fait à penser que la fécondation des fleurs restées tardivement ouvertes a pu être faite avec du pollen provenant de plantes plus tardives.

Il convient ici de rappeler que les variétés Florence-Aurore et Pusa 4, qui fournissent chaque année en leur sein la plus forte proportion d'hybrides naturels intervariétaux, comptent parmi les plus précoces de notre collection.

On est ainsi conduit à penser que les croisements naturels doivent s'y produire de préférence sur des épis plus tardifs, sur les repousses par exemple, ou bien sur les fleurs fécondées plus tardivement que les autres fleurs du même épi, c'est-à-dire à un moment où des variétés moins précoces distribuent leur pollen.

Cependant il n'est peut-être pas inutile de rappeler que, d'après MAYLIN (17) citant ANDRONESCU, la viabilité du pollen de blé peut se prolonger 48 heures dans l'air libre à 90 p. 100 d'humidité, taux qui correspond souvent au degré d'humidité de l'atmosphère de Rabat.

L'ALLOGAMIE DU BLÉ

En résumé, après nous avoir permis de constater que le Florence × Aurore est une des variétés les plus sensibles au vicinisme, nos observations confirment qu'il y a bien dans l'atmosphère, au moment de la fécondation des blés tendres, et au moins pour certaines variétés, abondance de pollen vivant et fécondant au point qu'en 1950 des épis de Florence × Aurore ayant préalablement subi une castration mâle totale ont été à peu près aussi féconds que des épis non traités de même importance.

Les essais de 1951, portant sur plusieurs variétés, ont montré que le taux de fructification par allogamie obligatoire a pu atteindre 28 à 89 p. 100 suivant les variétés, ce qui paraît confirmer les vues de NILSON-EHLE sur le degré d'aptitude à l'allogamie, fonction de la variété. Nos expériences démontrent en outre, incidemment, que l'ouverture des fleurs, c'est-à-dire l'écartement des glumelles est indépendante de la poussée des anthères puisque les étamines avaient été enlevées auparavant et les fleurs soigneusement refermées après cette ablation. D'après BŒUF (1-2) d'ailleurs, l'ouverture des glumelles est commandée par le gonflement des lodicules, et la fleur se ferme quand ceux-ci redeviennent flasques.

D'autre part, les fleurs, observées chez diverses variétés, fleurs qui restèrent baillantes longtemps après la fécondation normale des autres fleurs du même épi, et qui paraissaient à ce moment n'avoir pas encore été fécondées bien que leurs anthères fussent vidées, sont, par la suite, restées stériles chez les autres variétés, alors qu'elles ont été fertiles chez le Florence × Aurore.

En somme, chez cette variété, où d'ailleurs la fécondation ne souffre nulle-

ment de l'autogamie forcée, l'allogamie peut provoquer des taux importants de fécondation.

En outre, les fleurs non autofécondées normalement y apparaissent fécondables tardivement par allogamie naturelle. Ce sont bien là des aptitudes qui assurent chez cette variété l'abondance et la régularité de la fructification, et par conséquent de ses rendements, accrus en outre par le poids unitaire élevé de ses grains (voir tableau III).

Bien que nos observations, à l'exception des cas de fécondations tardives, n'aient pas révélé chez cette variété de particularité apparente du processus de floraison susceptible d'y favoriser l'allogamie (et l'infection par le charbon) plus que chez les autres variétés, elles ont cependant mis en évidence les possibilités et les manifestations de cette allogamie et, du fait que des constatations du même ordre ont été faites également sur d'autres variétés, elles ont élargi le problème et ont remis de nouveau en question l'autogamie du blé en général, au moins dans une certaine mesure.

En effet, la notion classique de l'autogamie habituelle du blé, confirmée par la fixité également habituelle de la plupart des variétés sélectionnées qui sont en réalité des lignées pures obtenues par sélection généalogique, doit, à Rabat tout au moins, s'accompagner d'assez sérieuses réserves du fait que des fécondations croisées peuvent se produire plus ou moins souvent, au moins chez certaines variétés.

Mais il est évident qu'une fécondation croisée n'est possible que si les deux géniteurs fleurissent en même temps ou à peu près ; il faut surtout que l'émission de pollen par l'éventuel géniteur mâle ne soit pas postérieure à la fermeture ou au flétrissement de la fleur de l'éventuel géniteur femelle, ni trop antérieure. Ceci restreint beaucoup plus les possibilités de croisement entre variétés différentes qu'entre plantes de la même variété, et surtout de la même lignée ; au surplus, si cette dernière est parfaitement homozygote, les fécondations croisées qui se produisent en son sein ne troublent évidemment point son homogénéité. C'est vraisemblablement le cas des lignées chez lesquelles l'allogamie est, apparemment, très exceptionnelle, soit à cause de l'époque particulière de leur floraison, soit en raison d'une extrême fugacité (à vérifier) de l'ouverture de leurs fleurs, soit parce que leurs stigmates ne seraient vraiment réceptifs que pour le pollen de la même variété (bien que la réussite habituelle des hybridations volontairement effectuées détruise *a priori* le bien-fondé de cette dernière hypothèse), soit tout simplement en raison de l'éloignement dans l'espace de toute autre variété fleurissant en même temps.

Le rapprochement de nombreuses variétés dans les Établissements de Recherches fait que les risques d'hybridations fortuites y sont considérablement plus nombreux que chez les agriculteurs qui ne cultivent ou multiplient que quelques variétés, si ce n'est une seule.

CONSERVATION DES VARIÉTÉS

Ces observations, réflexions et conclusions nous ont amenés à modifier nos méthodes de conservation, de reproduction, et de multiplication des variétés sélectionnées, non seulement pour les blés, mais aussi pour les orges et les avoines, car dès 1932 l'un d'entre nous (18) avait trouvé chez les orges des hybrides naturels (entre *Hordeum distichum* L et *Hordeum Vulgare* L), trouvaille qui se répéta fréquemment par la suite et récemment, l'autre (3) a pu observer dans une lignée d'avoine noire de Perse (*Avena Byzantina Koch*) un hybride naturel dont le géniteur mâle est probablement une avoine nue.

Or, avant la guerre et jusqu'à ces dernières années, l'organisation des cultures de céréales d'automne (blé, orge, avoine) du C. R. A. de Rabat était basée sur la foi en l'autogamie des espèces en cause ; elle était en outre pratiquement conditionnée par l'exiguïté des surfaces disponibles au Centre de Rabat.

On admettait que le maintien de chaque variété dans la collection vivante était assuré par la culture constamment pédigrée d'une lignée ; à cet effet on choisissait chaque année une plante et, sur cette plante, un épi dont les grains servaient à ensemencer la parcelle de la campagne suivante.

Bien entendu chaque parcelle était sévèrement surveillée et, le cas échéant, épurée de façon à éliminer toute plante étrangère provenant soit d'un mélange accidentel, soit d'une hybridation fortuite naturelle. La possibilité de telles hybridations n'était donc pas totalement exclue, mais elle était considérée comme rare au point de n'imposer dans les cultures de collections ou de multiplication aucune précaution spéciale autre que l'épuration des parcelles et des récoltes.

En ce qui concernait les variétés à multiplier, on prenait dans la récolte de la parcelle cultivée en collection un second épi de la même plante pédigrée, les grains de ce second épi étant destinés à l'ensemencement, sur un mètre carré (1 × 1 m), d'une première parcelle de multiplication dite M1, qui, surveillée, le cas échéant épurée, contrôlée à la récolte, fournissait les grains nécessaires à l'ensemencement, au début de la campagne suivante, d'une parcelle de 10 m² (10 m × 1) dite M2, qui, soumise aux mêmes soins et contrôles permettait, par sa production, d'ensemencer au début de la troisième campagne une parcelle d'un are dite M3 (100 m × 1) également vérifiée, contrôlée et épurée. Naturellement, une fois le cycle engagé, on ensemençait chaque année une parcelle M1, une M2 et une M3 de chaque variété. A l'époque, on trouvait sur le terrain un champ groupant toutes les M1 des différentes variétés, un autre toutes les M2, et un troisième toutes les M3. Puis la récolte des M3 servait à l'approvisionnement en semences de la Ferme Expérimentale de Fès, chargée d'un second cycle de 3 ans comportant pour chaque variété une parcelle PM (petite multiplication) de 5 ares ensemencée avec les semences issues de la M3 de Rabat, une GM (grande multiplication) d'un hectare ou d'un demi-hectare ensemencée avec

les grains issus de la PM et enfin une parcelle GC (grande culture) de plusieurs hectares, ensemencée avec les grains récoltés en GM, et dont la production était, et est toujours, livrée aux agriculteurs, en principe à ceux qui désirent produire et vendre des semences de sélection.

A l'époque, on groupait également ces parcelles par catégorie ; il y avait donc à Fès un champ réservé aux PM, un aux GM et d'autres aux GC.

Par conséquent le cycle complet, depuis le choix initial et annuel de l'épi pédigré pour la M1, jusqu'à la vente aux agriculteurs, durait six ans.

Or en principe, chacune de nos variétés étant considérée comme une lignée pure, homozygote, autogame et immuable, il n'eût pas été nécessaire d'y choisir ainsi chaque année au début du cycle un épi pédigré. N'importe quel épi aurait en principe aussi bien convenu, aussi bien en collection qu'en multiplication, et même un mélange de grains des divers pieds. En fait, et malgré quelques tentatives contraires, on est toujours resté fidèle à la méthode du choix d'un épi parce qu'elle assurait avec certitude à Rabat, le maintien permanent de la variété en culture rigoureusement pédigrée et contrôlée, donc à l'état pur, étant admis que l'épi pédigré était justement choisi parce qu'appartenant sans aucun doute à la variété considérée. Elle permettait en même temps de ne retenir comme pédigrées que des plantes saines, avec des grains de belle venue.

L'arrière-pensée d'une sélection continue n'était d'ailleurs pas absente dans cette manière d'agir, mais alors, si l'autogamie n'est pas absolue, on court le risque, par cette méthode, de prendre comme pédigrés des hybrides naturels d'aspect plus luxuriant, plus vigoureux, donc plus séduisants que les autres plantes. Ce risque n'est pas très grand lorsque les contrôles de pureté et d'identité sont faits par des spécialistes compétents et pas trop bousculés. Il devient réel quand ces spécialistes font défaut, ainsi que l'ont prouvé les années de guerre et leurs conséquences et, en réalité, il ne disparaît jamais complètement.

Mais notre souci de conserver pures nos variétés, afin d'éviter tout risque de leur voir perdre leurs qualités, et même leur identité, a été surtout rendu très aigu par la fréquence constatée des hybridations naturelles, et par les possibilités relativement importantes d'allogamie révélées par nos observations et essais.

Pour supprimer tout risque à ce sujet dans la *collection* des variétés, et profitant de ce que nous pouvons à présent disposer à Rabat de surfaces un peu plus importantes, nous ensachons maintenant chaque année 10 épis par variété afin d'interdire toute arrivée de pollen étranger sur les fleurs de ces épis. Les grains de ces épis, sont semés, à raison d'une ligne par épi d'origine, et toute ligne qui, en cours de végétation, se révèle aberrante en totalité ou en partie est éliminée. Le premier cas (ligne totalement aberrante) ne peut se produire que s'il y a eu erreur de manipulation car il ne peut résulter que du semis des grains d'un épi d'une autre variété. Il ne s'est encore d'ailleurs jamais produit.

Le second cas (ligne partiellement aberrante) peut provenir soit d'un mé-

lange accidentel de grains au cours des manipulations ou bien sur le terrain (transport de grains par des insectes, par exemple) soit d'une ou plusieurs fécondations illégitimes au cours de la campagne précédente si l'ensachage a été imparfait, soit de la disjonction d'un hybride passé inaperçu l'année d'avant. En fait, depuis que nous ensachons les épis pédigrés au moment de la fécondation, aucun cas de ce genre ne s'est présenté.

En ce qui concerne les cultures de *multiplication* (9) nous avions, voici quelques années, et pour réduire les risques d'adultération par hybridations naturelles, modifié tout d'abord la disposition des parcelles.

Au lieu de rassembler sur le terrain les différentes variétés par catégorie (M1, M2, M3 à Rabat, PM, GM, GC, à Fès) nous avons groupé par variété les parcelles des différentes catégories, en juxtaposant sur le terrain des variétés d'espèces diverses et même autant que possible de genres divers (*Triticum*, *Hordeum*, *Avena*) et en éloignant le plus possible les unes des autres les variétés fleurissant simultanément et appartenant au même genre botanique. En outre, nous avons fait placer la parcelle M1 au cœur de la M2, et celle-ci au cœur de la M3. De même à Fès, la parcelle PM est à présent placée au centre de la GM, et celle-ci est encadrée par la GC. Ainsi se sont trouvés largement réduits les risques d'hybridations intervariétales.

Signalons d'ailleurs qu'à Fès, où ce système est toujours en vigueur, toutes les parcelles sont ensemencées en bandes étroites (largeur maximum : 1,20 m) avec des interbandes sarclées et binées qui facilitent la surveillance et les épurations faites par le personnel de la ferme, ainsi que les contrôles effectués par les spécialistes du Centre de Recherches Agronomiques de Rabat.

Mais à Rabat, le désir de produire rapidement avec le maximum de sécurité de la semence pure de variétés qui, pendant la guerre, s'étaient plus ou moins adultérées, nous a fait réduire à une seule campagne le cycle qui durait auparavant trois ans.

Pour y parvenir, nous avons abandonné le système du choix initial et annuel d'un seul épi pédigré. Cet abandon fait d'ailleurs disparaître toute crainte de reproduire et de multiplier de la semence susceptible de provenir d'une seule plante accidentellement hybride ou même, plus simplement, étrangère à la variété considérée et qui, passée inaperçue à ce sujet, aurait été choisie comme pédigrée à cause de sa belle apparence. Désormais, et depuis trois ans d'ailleurs, chaque variété à multiplier ne comporte qu'une seule parcelle de six cents lignes, chaque ligne correspondant au semis des grains d'un épi. On élimine totalement en cours de végétation toute ligne comportant un ou plusieurs pieds aberrants ou n'appartenant pas à la variété considérée, parce que la présence de tels pieds, d'ailleurs rares, révèle qu'il y a eu antérieurement mélange accidentel ou hybridations naturelles.

Sur les autres lignes, c'est-à-dire sur les lignes pures, et de préférence, par excès de précaution, au centre des lignes centrales de la parcelle, on ensache isolément, avant la maturation des anthères et l'ouverture des fleurs, 600 épis, qui

seront donc obligatoirement autofécondés puisque le sachet de papier empêche toute introduction de pollen étranger.

Les grains de chacun de ces épis servent à ensemencer au début de la campagne suivante les 600 lignes de la nouvelle parcelle de multiplication dite parcelle M. En fait, par mesure de précaution et pour avoir quelque réserve en cas d'accidents lors de la fécondation, de la maturation, de la récolte, ou de la germination, on ensache plus de 600 épis, en général 800.

L'ensachage des épis destinés à fournir la semence de la campagne suivante fait qu'à Rabat toutes les variétés sont désormais maintenues en *autofécondation forcée permanente*, donc en cultures strictement pédigrées et, en principe, rigoureusement pures.

La récolte de tous les autres épis de la variété (après élimination des lignes présentant quelque aberration ou impureté), c'est-à-dire des épis non ensachés, est habituellement mélangée et envoyée à la Ferme de Fès pour ensemencer, soit une parcelle GM (Grande Multiplication) si la récolte de Rabat a été suffisante, soit une parcelle PM (Petite Multiplication) en cas de récolte plus faible.

On a d'ailleurs adopté le chiffre de 600 épis à ensacher, soit 600 lignes à semer à Rabat, en fonction de la place disponible à Rabat même et en vue d'y obtenir, sauf accident, une récolte de semences suffisante pour assurer aux semailles suivantes l'ensemencement de la parcelle GM à Fès.

Ainsi se trouve ramenée à 3 années la durée totale du cycle des multiplications successives, qui était auparavant de 6 ans. Tout en accélérant la production, on a ainsi considérablement réduit les risques d'erreurs et de mélanges susceptibles de se produire au cours des manipulations des récoltes successives.

Une réduction encore plus accusée de ce cycle serait théoriquement souhaitable, mais elle exigerait qu'on put disposer à Rabat de plus grandes surfaces encore, ce qui est pour le moment impossible, ou bien qu'on put assurer à Fès même la première multiplication à l'abri de tout vicinisme et sur une grande échelle.

Au surplus ni l'un ni l'autre de ces établissements ne dispose d'un effectif de personnel qualifié numériquement suffisant pour la bonne exécution d'une opération d'aussi vaste envergure qui conduirait à ensacher par variété plusieurs milliers d'épis, à les récolter séparément, puis à semer ensuite à part les grains de chacun de ces épis, et à contrôler étroitement des milliers de lignes sur le terrain.

Quoi qu'il en soit, le système actuel donne, pour le moment, satisfaction quant à la pureté et à la qualité des semences produites par l'Administration et cédées aux agriculteurs. Ce système, est basé sur la conviction que chaque lignée étant pure à l'origine, puis maintenue rigoureusement pure et constamment identique à elle-même grâce à l'ensachage des épis, tous les plants se valent, et toute sélection intérieure à la variété serait désormais inopérante.

C'est pourquoi les récoltes faites à Rabat des différentes lignes de chaque variété ou lignée sont mélangées en vue de l'ensemencement à Fès de la parcelle de multiplication de la variété considérée.

Un tel système est entièrement valable pour les lignées vraiment pures d'espèces autogames, mais si l'on a des doutes sur la pureté ou l'homozygotie des variétés, même antérieurement considérées comme pures, on peut lui apporter judicieusement quelques variantes ou amendements ayant pour objets la recherche et la sélection de lignées plus productives ou bien présentant quelque qualité appréciée.

Dans ce cas il ne faut pas mélanger les récoltes des différentes lignes ; il faut les comparer entre elles, cultiver comparativement, le cas échéant, leurs descendances et choisir dans les meilleures lignes ou parcelles, les épis à ensacher, et ainsi de suite jusqu'à obtention et fixation d'une ou plusieurs nouvelles formes ou races à substituer à l'ancienne variété. C'est ainsi d'ailleurs qu'on opère à l'origine au sein des populations végétales pour séparer les différentes formes, isoler les sortes de chacune d'elles, puis sélectionner les élites qui, après expérimentation, peuvent être retenues comme variétés sélectionnées.

Appliquer cette méthode au sein d'une variété déjà sélectionnée revient à pratiquer ce que les chercheurs américains appellent chez le maïs, la sélection « récurrente » laquelle se justifie évidemment bien davantage chez les espèces allogames plus ou moins hétérozygotes et semble, si l'on admet la fixité des lignées pures, ne trouver en principe de justification chez les autogames que par suite des mutations très exceptionnelles ou des fécondations illégitimes beaucoup plus fréquentes qui s'y produisent, au moins chez certaines variétés.

Mais il est évident que les précautions prises contre l'allogamie (ensachage des épis pédigrés, conservation des seules lignes parfaitement conformes au type considéré) réduisent non seulement les inconvénients, mais aussi les avantages possibles ou éventuels de cette allogamie.

D'après Lyssenko (12) on doit en effet redouter la dégénérescence des lignées pures vieillissant dans une trop rigoureuse autogamie.

A ce sujet signalons qu'avant la guerre on avait effectué à Rabat chez plusieurs variétés de blé dur et de blé tendre des croisements « consanguins » au sein de lignées pures et aussi entre lignées pures et apparemment semblables d'une même variété. Cette expérience avait été faite en vue de l'amélioration éventuelle de la productivité ; elle devait permettre de voir si l'on pouvait effectivement provoquer ainsi quelque rajeunissement de la variété marqué par une augmentation du rendement.

Mais l'examen des descendances, et des récoltes obtenues par la suite, d'une part avec les produits de ces croisements, d'autre part avec les lignées ayant servi de géniteurs, ont été contradictoires et peu nets. Ils n'ont par conséquent pas révélé de différences systématiques, ni dans l'aspect des plantes, ni entre les récoltes obtenues.

D'ailleurs, l'observation prolongée (7) pendant trente ans de plusieurs

milliers de variétés de blés, d'orges et d'avoines ne nous a jusqu'à présent jamais révélé trace de dégénérescence des lignées vraiment pures.

CONCLUSIONS

En résumé, nous avons été amenés (9) à réviser nos méthodes de reproduction permanente de semences de sélection originale au fur et à mesure qu'au dogme de l'autogamie se substituait la crainte grandissante engendrée par les possibilités constatées d'allogamie.

Cette préoccupation nous a incités à multiplier les précautions destinées à éviter les hybridations naturelles qui provoquent l'adultération des variétés et auxquelles HACIZADÉ (10) en Turquie a imputé la soi-disant dégénérescence des variétés.

Des modifications peuvent en effet résulter de croisements intervariétaux et même interspécifiques, et des complications peuvent être apportées par l'apparition, rare mais non impossible, de mutants, qui peuvent être eux-mêmes hétérozygotes, et qui sont également susceptibles de participer aux fécondations croisées.

Quant à la dégénérescence des lignées pures, phénomène que, pour notre part, nous n'avons encore jamais constaté chez des variétés vraiment pures, on peut, si réellement il se manifeste, se demander s'il ne proviendrait pas en réalité : 1° dans certains cas d'une allogamie limitée, mais suffisante pour conduire, par croisements interjordaniens et parfois intervariétaux, à une dégénérescence apparente résultant en fait d'une ou plusieurs adultérations ; 2° peut-être et au contraire dans d'autres cas de la disparition progressive et totale d'hétérosis, concomitante d'une certaine ségrégation, le tout provoquant une dégénérescence véritable, quoique limitée, chez les lignées qui seraient trop strictement autogames dans le milieu considéré.

Ce ne sont là qu'hypothèses dont l'étude mérite de retenir l'attention des généticiens parce que les modalités de la fécondation conditionnent ainsi le maintien ou au contraire la disparition ou la modification des qualités et aptitudes des variétés cultivées par les agriculteurs.

Sommes-nous, en ce qui nous concerne, au terme de l'évolution de nos méthodes de reproduction initiale des semences de sélection originale ? Ce n'est pas certain car, outre les inconvénients génétiques éventuels (et à démontrer en ce qui concerne les blés, orges et avoines) d'une autogamie trop absolue, l'ensachage des épis paraît créer des conditions défavorables de milieu et n'être pas sans provoquer quelque dommage immédiat sur la fécondité des épis ensachés, au moins chez certaines variétés.

D'autre part, l'exemple de la descendance des épis castrés (castration mâle) de blé tendre Florence × Aurore suscite des méditations qui conduiront peut-être à d'autres techniques, tout au moins dans certains cas.

Remis pour publication, le 31 décembre 1951

BIBLIOGRAPHIE

(1) BŒUF (F.). — Cas de fécondation croisée spontanée chez le blé dur (*T. durum*) et chez le blé tendre (*T. Vulgare*). *C. R. Ac. Agr.*, nº 8, p. 518-512, Paris. 1922.
(2) BŒUF (F.). — Le blé en Tunisie, *Annales du Service Botanique et Agronomique*, tome VII, Tunis 1932.
(3) CAZAL (L.). — Note sur un hybride naturel d'avoine (inédit), Rabat 1951.
(4) DELACROIX (G.) et MAUBLANC. — Les maladies des plantes cultivées, p. 127, Paris, 1909.
(5) FOEX. — *C. R. Ac. Agr.*, 1936, p. 730 (Séance du 24 juin 1936).
(6) GARBER (R. G.) et QUISENBERRY (K. S.). — Natural crossing in Winter Wheat *J. of Am. Soc. of Agronomy*, XV, nº 12, p. 508-512, Albany 1923.
(7) GRILLOT (G.). — La Question des Semences. — Dégénérescence et adaptation des variétés. *La Terre Marocaine*, nº 157, décembre 1942.
(8) GRILLOT (G.) et CAZAL (L.). — Note sur la fécondation chez le blé tendre Florence × Aurore. *Congrès de l'A. F. A. S. Tunis*, 1951.
(9) GRILLOT (G.) , TRABUT (G.) et CAZAL (L.). — Organisation au Maroc de la production de semences de variétés sélectionnées de céréales d'automne. *Congrès de l'A. F. A. S. Tunis*, mai 1951.
(10) HACIZADE (M.). — Uber die Uhrsachen der Entartung des Weizens. *Der Züchter*, nº 5, 1933.
(11) HAYES (H. K.). — Natural crossing in Wheat. *Journ. of Heredity*, nº 9, pp. 326-330, 1918.
(12) HUDSON (P. S.) et RICHENS (R. H.). — The New Genetics in the Soviet Union, *Imperial Bureau of Plant Breeding and Genetics School of Agriculture*, Cambridge, mai 1946.
(13) LATHOUWERS (V.). — Manuel de l'amélioration des plantes cultivées. Tome II. L'amélioration du froment, pp. 223-224, Paris, Gembloux 1942.
(14) LEIGHTY (C. E.) et SANDO (W. J.). —The Blooming of Wheat flowers. *Journ .of Agr. Research*, vol. XXVII, nº 5, p. 223-244, Washington 1924.
(15) LEIGHTY et TAYLOR. — Studies in natural hybridisation of Wheat. *Journ. Agr. Res.*, nº 10, 1925.
(16) MARCHAL (E.). — Eléments de pathologie végétale appliquée à l'agronomie et à la sylviculture. Gembloux 1925.
(17) MAYLIN (M.). — Manuel pratique et technique de l'hybridation des céréales. Librairie agricole de la Maison rustique, Paris 1926.
(18) MIEGE (E.) et GRILLOT (G.). — La staurogamie des orges cultivées. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles du Maroc*, XIII, 4-6, Rabat 1933.
(19) NICOLLE et MAGROU. — Les maladies des plantes cultivées, p. 91.
(20) NILSON-EHLE (H.). — Gibt es erbliche Weizenrassen mit mehr oder weniger vollständiger Selbstfrüchtung, *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung*. Vol. III, fasc. 1, p. 1-6, Berlin, mars 1915.
(21) PERCIVAL (J.). — Graminae (Céréals) Flowering and fertilisation. Agricultural Botany, *Theoritical and practical.*, p. 494, Duckworth, 3 Henrietta Street, Londres W. C. 2, 8e édition, juin 1947.
(22) PERCIVAL (J.). — The Wheat plant. *A monograph.*, Londres 1925.
(23) Travaux, notes et documents du Service de la Recherche Agronomique du Maroc.

SUR LA MÉIOSE DE QUELQUES HYBRIDES ENTRE ESPÈCES TÉTRAPLOIDES D'*IRIS*. HYBRIDES ENTRE *POGONIRIS NAINS* ET *GRANDS* ET LEUR RECROISEMENT AVEC *I. CHAMAEIRIS*

PAR

M. SIMONET

Station Centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes, Versailles.

Depuis 1932, nous avons montré qu'il existe des *POGONIRIS NAINS* à $n = 8$, 12, 16, 20 et 24 chromosomes et des *POGONIRIS GRANDS* à $n = 12$ et 24 chromosomes. Nous avons également fait connaître plusieurs hybrides entre ces deux groupes d'*Iris* (1936, 1950 1951), certains parfaitement fertiles, tels les *I. Pumilmac*, *Aphylkana* et *Malkana* réalisés entre espèces autotétraploïdes. La méiose de ces nouveaux amphidiploïdes est normale ou presque ; l'autosyndèse étant totale ou prédominante.

Nous avons aussi réussi, non seulement à intercroiser ces divers hybrides, mais encore à les recroiser, soit avec l'un de leurs parents, soit avec une autre espèce affine.

Nous n'étudierons dans la présente Note que des hybrides ayant des rapports d'ordre cytogénétique avec l'*I. Pumilmac* (*pumila* $n = 16 \times$ *macrantha* $n = 24$) à $2n = 40$.

Nous venons d'examiner les mitoses de l'*I. attica* ($n = 8$) $\times$ *macrantha* var. *Golden Hind* ($n = 24$) obtenu par DARBY (1951). Cet hybride récent, à $2n = 32$, est la première combinaison entre *POGONIRIS NAINS* $2n$ et *GRANDS* $4n$; l'*I. attica* remplaçant l'*I. pumila*, son correspondant tétraploïde direct. L'*I. attica* $\times$ *Golden Hind* est également curieux en ce sens qu'il allie des plantes extrêmes tant des points de vue chromosomique ($n = 8$ et 24) que morphologique et physiologique : l'*I. attica*, très acaule, est l'un des plus petits et des plus hâtifs à fleurir parmi les *POGONIRIS*, alors que *Golden Hind* a des inflorescences élevées, ramifiées, dont les fleurs grandes ont un épanouissement nettement plus tardif.

En vue d'étendre nos connaissances sur le comportement des hybrides entre *POGONIRIS NAINS* et *GRANDS* $4n$, nous nous sommes proposés de tenter d'autres combinaisons génétiques. L'*I. pumila* étant le seul *POGONIRIS NAIN* $4n$, nous n'avions d'autre alternative que d'utiliser les espèces *POGONIRIS GRANDS* $4n$ de nos collections. Nous avons pu obtenir les *I. Pumi-*

louini (*pumila*, $n = 16 \times$ *Belouini*, $n = 24$) et *Pumiphylla* (*pumila*, $n = 16 \times$ *aphylla*, $n = 24$), tous deux à $2n = 40$, comme l'*I. Pumilmac* (*pumila* $n = 16 \times$ *macrantha*, $n = 24$). La méiose de l'*I. Pumilouini* a été seule étudiée ; elle présente quelques irrégularités. Il existe des univalents (0-7), des bivalents (12-20) et des trivalents (0-3), c'est-à-dire en moyenne, par cellule, 2,6 univalents, 16,9 bivalents, 1,2 trivalents et 0,02 tétravalents, soit 37,4 éléments conjugués pour 18,1 configurations chromosomiques. L'appariement normal, $n = 20$, n'a été constaté que dans deux cellules sur 40. Le pollen de cet hybride fertile possède environ 80 p. 100 de grains bien conformés.

En 1945, nous avons recroisé ces hybrides autosyndétiques à $2n = 40$ avec l'*I. chamaeiris* var. *cyanea*, lui aussi à $2n = 40$. Des examens méiotiques ont été effectués chez les *I.* (*pumila* $\times$ *macrantha*) $\times$ *cyanea* et (*pumila* $\times$ *Belouini*) $\times$ *cyanea*, tous deux à $2n = 40$. Le comportement observé est assez irrégulier ; il existe des univalents (3-14), des bivalents (11-17), des trivalents (0-3) et 1 tétravalent a été noté pour chacun d'eux dans 2 cellules. On trouve respectivement, par cellule, en moyenne : 8,1 et 7,6 univalents, 14,1 et 14,5 bivalents, 1,2 et 1,0 trivalents, 0,04 et 0,1 tétravalents c'est-à-dire 31,9 et 33,4 éléments conjugués pour 15,3 et 15,6 configurations.

Il ressort de cet exposé que la méiose de l'*I. Pumilouini* a une conjugaison chromosomique plus faible que celle de l'*I. Pumilmac* chez lequel 60 p. 100 environ des cellules sont normalement à $n = 20$. Nous avons suggéré que ce comportement devait correspondre à une autosyndèse presque totale des éléments conjugués (*loc. cit.*, 1936 et 1950). Depuis, RANDOLPH et HEINIG ont observé des faits analogues pour de mêmes hybrides. Dans le cas présent, l'autosyndèse est toujours prédominante. Cependant, l'existence d'univalents et de multivalents en nombre plus élevé, sans doute d'origine allosyndétique, pourra vraisemblablement être précisée par l'analyse méiotique de l'*I. attica* $\times$ *Golden Hind* chez lequel une de deux garnitures chromosomiques est haploïde ($n = 8$).

Ces hybrides à $2n = 40$ comme l'*I. chamaeiris*, offrent avec lui quelques ressemblances. Pour RANDOLPH, cette espèce pourrait être un hybride naturel de l'*I. pumila* et d'un *POGONIRIS GRAND*. Toutefois, l'*I. chamaeiris* peuple, à l'exclusion de tout autre *POGONIRIS*, une aire géographique localisée au Sud de la France et au Nord de l'Italie à proximité du littoral méditerranéen. De même, du point de vue morphologique il y a quelques différences notables, telle par exemple la conformation des hampes florales ramifiées dans 88 p. 100 des cas (en moyenne, une ramification par inflorescence), alors que les ramifications sont absentes chez l'*I. chamaeiris* ou très exceptionnelles et accidentelles chez quelques-unes de ses formes élevées et échappées de cultures (*I. olbiensis, virescens*). Ce caractère inflorescences ramifiées est d'ailleurs partiellement dominant dans tous nos hybrides entre *POGONIRIS NAINS* et *GRANDS*, et il se retrouve sur environ 1/3 des inflorescences des *I. Pumilmac* et *Pumilouini* recroisés par l'*I. cyanea*. Ces *I. Pumilmac* $\times$ *cyanea* et *Pumilouini* $\times$ *cyanea*, comme nous l'avons exposé, ont une conjugaison irrégulière avec un stock d'environ

8 chromosomes qui restent inappariés. L'homologie chromosomique n'est donc pas plus parfaite entre les *I. Pumilmac, Pumilouini* et l'*I. chamaeiris*, que ne semble l'être l'identité morphologique. Nous pensons avec RANDOLPH que l'*I. chamaeiris* est probablement un amphidiploïde entre espèces à $n = 16$ et 24. A notre sens, c'est entre *POGONIRIS NAINS*, dont les inflorescences ne sont pas ramifiées, qu'il faut rechercher l'origine d'un tel hybride. Les combinaisons susceptibles de donner des invidus à $2n = 40$ sont multiples, réalisables par exemple, soit entre plantes à $n = 8$ et 12, suivi d'un doublement chromosomique, soit directement entre types à $n = 16$ et 24, soit encore entre espèces à $n = 8$ et 24 ou $n = 16$ et 12 avec formation, chez l'un des deux géniteurs, de gamètes à nombres chromosomiques non réduits : $n = 8 \times 2$ ou $n = 12 \times 2$. Ces espèces existent précisément chez les *POGONIRIS NAINS*, cependant leur nombre en est actuellement limité. Vraisemblablement plus nombreuses dans le passé, de telles espèces ont peut-être existé dans des localités suffisamment proches pour que le croisement se soit effectué naturellement. Dans l'espoir de vérifier cette origine nous avons tenté cette année plusieurs croisements ne réunissant à obtenir de bonnes graines qu'entre *I. pumila* ($n = 16$) × *balkana* ($n = 24$).

BIBLIOGRAPHIE

DARBY (G. W.). — Iris *attica* and some *attica* hybrids. — *Iris Year Book*, p. 72, 1951.

RANDOLPH (L. F.) et HEINIG (C.). — Cytology and Breeding Behavior of Dwarf and Tall-Bearded *Iris* Hybrids. — *Bull. Amer. Iris Soc.* (n° 123), p. 90, 1951.

SIMONET (M.). — Recherches cytologiques et génétiques chez les *Iris*. — *Bull. biol. France et Belgique*, **66**, p. 255, 1932.

— Nouveaux hybrides interspécifiques d'*Iris Pogoniris*. — *C. R. Acad. Sc.*, **202**, p. 1094, 1936.

— Sur la méiose de quelques hybrides réalisés entre espèces tétraploïdes d'*Iris*. I. Hybrides de la Section *Pogoniris*. — C. R. *Acad. Sc.*, **231**, p. 1158, 1950.

— Sur la méiose de quelques hybrides d'*Iris*. III. Hybrides entre *Pogoniris* nains et *Pogoniris* grands. — *C. R. Acad. Sc.*, **232**, p. 1236, 1951.

RECHERCHES SUR LES MODIFICATIONS DU RENDEMENT DES CÉRÉALES PAR LES HÉTÉRO-AUXINES DÉSHERBANTES

PAR

R. LONGCHAMP
Institut National de la Recherche Agronomique.

M. ROY
Association Générale des Producteurs de Blé.

R. J. GAUTHERET
Faculté des Sciences Université de Paris.

PLAN DU MÉMOIRE

I. — **Historique.**

II. — **Généralités.**

III. — **Matériel et technique.**
- A) Choix des variétés.
- B) Exécution des semis.
- C) Disposition générale des essais.
- D) Exécution des traitements.
- E) Produits utilisés.
- F) Récolte des essais.
- G) Analyse des résultats.

IV. — **Résultats** :
- A) Traitements de post-émergence
  - 1° Action de divers produits désherbants sur le rendement ;
  - 2° Variations de la sensibilité des Céréales au cours des différentes phases de leur évolution ;
  - 3° Variations de la toxicité de l'ester éthylique du 2-4-D en fonction de l'heure du traitement.
- B) Traitements de Préémergence.

V. — **Considérations générales et conclusions.**
- 1° Toxicité comparée des diverses hétéro-auxines.
- 2° Remarques sur la sensibilité comparée des diverses variétés de Céréales.
- 3° Variations de la sensibilité des Céréales au cours de leur évolution.
- 4° Variations de la toxicité des hétéro-auxines désherbantes en fonction de l'heure du traitement.
- 5° Stimulation du développement des Céréales par le MCPA appliqué en préémergence.

VI. — **Résumé.**

VII. — **Bibliographie.**

I — HISTORIQUE

L'influence des mauvaises herbes sur le rendement des récoltes est une des préoccupations majeures de l'Agriculture. Si l'évaluation du dommage est difficile, il est cependant certain que les mauvaises herbes font payer un lourd tribut aux cultivateurs. En 1917, SCHRIBAUX dans sa préface à l'ouvrage de FRON (9) évaluait déjà les pertes subies annuellement par la France, du fait des adventices, à 500 millions de francs-or, pour la seule culture des Céréales. Une estimation effectuée en 1930 par les Chambres de Commerce américaines fixait à 3 milliards de dollars environ le montant des pertes éprouvées chaque année par l'Agriculture aux Etats-Unis. Des évaluations plus récentes ont fourni, pour le même pays, un chiffre plus élevé encore, atteignant environ 5 milliards de dollars (1). Au Canada, MC ROSTIE (18) estimait, en 1932, que les adventices causaient une perte de 16 à 20 p. 100 sur les Céréales.

L'intérêt du désherbage a été mis en évidence par de nombreux travaux : en 1930 KORSMÖ (15) obtenait 24 p. 100 d'augmentation de rendement en sarclant les Céréales ou en les traitant par l'acide sulfurique ; en 1932 GODEL (11) estimait à 4 quintaux environ à l'hectare le bénéfice qu'on était en droit d'attendre du désherbage des Céréales.

L'utilisation d'hétéro-auxines comme désherbants sélectifs ayant fourni des résultats fort spectaculaires, de nombreux auteurs ont tenté de chiffrer les gains qui résultaient de cette pratique.

En 1946, BLACKMAN (3) estimait, après 3 ans d'expériences, que le 2-4-D et le M. C. P. A. provoquaient des gains de récolte de 22 p. 100. En 1947, DENWARD et ÅBERG (5) observaient des augmentations de rendement de 21 p. 100 sur des orges désherbées au 2-4-D. La même année, VAN STONE (27), au Canada, estimait que 200 000 hectares traités au 2-4-D avaient fourni un supplément de 408 000 quintaux de blé.

Toutefois, les accidents qui survinrent avec la généralisation de l'emploi des hormones désherbantes devaient amener les agronomes à se demander si ces résultats remarquables restaient toujours valables.

KLINGMAN (14) traitant en 1947 des Blés sans mauvaises herbes, à différents stades de développement et avec des doses de 2-4-D de 1,120 kg à 3,360 kg à l'hectare, signalait des baisses de rendement aux 3 stades considérés. L'année suivante, MC NEAL (17) venait à son tour troubler l'engouement dont jouissait alors le 2-4-D à ses débuts. Ayant comparé les rendements obtenus après diverses formes de traitements par le 2-4-D et le M. C. P. A. sur le blé *Fédération*, il trouvait dans tous les cas des rendements inférieurs à celui fourni par le témoin non désherbé.

Les nombreux travaux effectués pars la suite ont fourni des résultats assez confus, parfois contradictoires.

C'est ainsi que HOLGESON et ses collaborateurs (13) enregistrent des dépres-

sions sur des Blés traités par 1,120 kg à l'hectare de 2-4-D (sel de soude, d'amine, ester) alors que TEMPLEMAN et HALLIDAY (24) estiment que le Blé, l'Orge et l'Avoine supportent sans dommage des doses de 9 kg à l'hectare de 2-4-D ou de M. C. P. A.

TINGEY (26) utilisant jusqu'à 3,360 kg de 2-4-D sur des Blés d'hiver, n'observe pas de différence avec les témoins. La même absence de réaction est constatée sur des Avoines par SHAW et ses collaborateurs (23). Par contre, DERSCHEID (6) et ses collaborateurs ont signalé des réductions significatives sur Orge avec 1,120 kg à l'hectare d'ester butylique du 2-4-D, quel que soit le stade de traitement. GODBOUT (10) utilisant le 2-4-D sous forme de sel d'amine ou d'ester, à des doses de 140, 280 et 560 g à l'hectare, trouve, à tous les stades, des réductions de rendement pour les traitements à l'ester du 2-4-D.

Cette toxicité plus accentuée de la forme ester du 2-4-D vis-à-vis des Céréales est à peu près le seul point qui se dégage nettement de tous ces travaux. Ce fait a conduit GUSTAFSSON, SUNDELIN et ÅBERG (12) à déconseiller en Suède l'emploi des esters du 2-4-D sur les Céréales. En Belgique, TILEMANS et DETROUX (25) font preuve d'une prudente réticence au sujet du même type de produit.

Mais, par ailleurs, il n'est que de parcourir les articles d'ANDERSEN et HERMANSEN (2), d'OVERLAND et RASMUSSEN (20), de SHAFER (21), de DAVIDSON (4), d'OLSON et de ses collaborateurs (19), de FRIESEN (8), etc. etc... pour se rendre compte des discordances d'opinions qui règnent au sujet de l'action du 2-4-D sur les Céréales.

Ces divergences montrent que le problème est très complexe, et qu'il faut se garder de généraliser les résultats obtenus dans des pays étrangers ou qui ne sont pas le fruit d'essais systématiques nombreux et très dispersés géographiquement. C'est dans cet esprit que nous avons réalisé notre travail.

II — GÉNÉRALITÉS

Au cours d'études antérieures (16), nous avons établi que les hétéroauxines désherbantes sont capables de modifier le développement des Céréales soit en déterminant des phénomènes d'inhibition et de stérilisation, soit plus rarement en provoquant leur stimulation.

Ces recherches avaient consisté à observer le comportement de Céréales traitées par divers produits notamment par des émulsions aqueuses d'ester éthylique du 2-4-D et par des solutions aqueuses de sel de sodium du 2-4-D ou de sel de sodium du M. C. P. A. Afin d'obtenir des réactions nettement visibles nous avions eu recours à des doses relativement importantes allant de 2 à 10 kg à l'hectare.

Ces essais fournirent des résultats très divers. Ils établirent par exemple que la toxicité de l'ester éthylique du 2-4-D est supérieure à celle des autres produits. Ils démontrèrent également que le cycle du développement des Cé-

réales présente deux périodes de sensibilité marquée à l'égard des hétéro-auxines : l'une débute à la germination et s'achève à la fin du tallage ; l'autre coïncide avec le gonflement (1). Cette seconde période de sensibilité est particulièrement nette dans le cas des Blés d'hiver et présente même, pour ceux-ci, un caractère critique si le produit employé est de l'ester éthylique du 2-4-D.

Nous avons également constaté que la toxicité des hétéro-auxines variait en fonction de l'heure du traitement.

Le principal intérêt de notre travail fut sans doute d'avoir montré que les phénomènes d'inhibition exercés par les hétéro-auxines présentent des degrés très divers selon les variétés de Céréales. Ceci nous a permis d'établir une classification des Céréales en fonction de leur sensibilité relative à l'égard de ces substances.

Enfin, des applications d'hétéro-auxines faites avant la levée (traitements de préémergence) ont déterminé des réactions très différentes selon les localités ; dans des cas nombreux ces traitements furent extrêmement nocifs. D'autres fois, les Céréales ne réagirent que faiblement, du moins lorsque le produit employé était du M. C. P. A. Dans certains cas cette hétéro-auxine a même exercé une action stimulante.

Tous les résultats qui viennent d'être énoncés étaient basés sur l'observation directe des réactions des Céréales, par exemple la réduction du tallage, le retard de la végétation, la diminution du nombre et de la longueur des épis, les phénomènes de stérilité, etc... Pour essayer de préciser ces réactions nous les avions exprimées par des notes allant de 0 à 20. Ces notes n'avaient évidemment qu'une valeur relative et nous n'avions pas espéré qu'elles dispenseraient d'entreprendre des recherches vraiment quantitatives. Elles furent donc complétées par des essais comparatifs de rendement dont les traits essentiels vont être exposés dans le présent mémoire.

On examinera successivement les méthodes employées pour réaliser ces essais puis leurs résultats et enfin les conclusions générales qu'ils ont suggérées (2).

(1) Le gonflement correspond au moment où l'épi est suffisamment développé pour provoquer la dilatation de la gaine dans laquelle il est contenu.

(2) Nous tenons à remercier MM. BUSTARRET, Inspecteur général de la recherche agronomique et MENESSON, Directeur de l'A. G. P. B. qui ont bien voulu nous confier la réalisation de ces recherches. Nous n'oublions pas les conseils éclairés qui nous furent prodigués par MM. MAYER, Directeur de la Station centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles et JONARD, Directeur de Recherches à la Station centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles.

MM. DUMAIL, Agent technique à l'École régionale d'Agriculture d'Ondes (Haute-Garonne), FERRAND, Directeur de l'École régionale d'Agriculture d'Ondes (Haute-Garonne), MORON, Directeur à l'École d'Agriculture de Rethel (Ardennes) et PIAT, Directeur de la ferme expérimentale de Loudes à Castelnaudary (Aude) ont pris une part active à nos travaux. Nous leur exprimons notre gratitude. Nous voulons assurer également de notre reconnaissance nos dévoués collaborateurs MM. LANUSSE et TRUNKENBOLTZ. Enfin nous n'oublions pas que les Établissements Rhone-Poulenc ont mis gracieusement à notre disposition le sel de sodium du 2-4 D nécessaire à ces travaux.

III — MATÉRIEL ET TECHNIQUE

A) Choix des variétés

Le choix des variétés fut guidé par le souci d'étudier les réactions des principaux types de Céréales : Blés d'hiver, Blés de printemps, Orges et Avoines de printemps, en considérant pour chacun d'eux des variétés plus ou moins sensibles aux hétéro-auxines. Les conditions écologiques propres à chaque lieu d'expérimentation entrèrent également en ligne de compte. Nous avons retenu en tout 18 variétés de Céréales, mais les conditions climatiques défavorables de l'hiver 1950-1951 et du printemps suivant ayant provoqué des dégâts dans plusieurs essais, il ne fut pas possible de les exploiter tous.

Finalement nous avons obtenu des essais réussis sur les variétés suivantes : blé *du Mesnil* (2 essais), blé *Etoile de Choisy* (4 essais), blé *Nord-Desprez* (1 essai), blé *Magdalena* (1 essai), blé *Bon Fermier* (1 essai), blé *Fylgia* (3 essais) ; avoine *Victoire* (2 essais), avoine *Multigrap* (1 essai).

B) Exécution des semis

Les semences ont été préalablement traitées contre la carie au moyen d'un organo-mercurique (Cérésan) à la dose de 200 g pour 100 kg de semences. Elles furent ensuite semées soit à la main (essais réalisés au Centre de Recherches de Versailles), soit au moyen d'un semoir Zimmermann à 4 rangs (à Gif Saint-Aubin) soit en utilisant un semoir quelconque appartenant à l'École d'Agriculture ou au cultivateur chargés des essais.

L'espacement entre les lignes était en moyenne de 20 cm. Pour les fumures, les densités de semis et les assolements les expérimentateurs se sont conformés aux usages en cours dans chaque lieu d'expérimentation.

C) Disposition générale des essais

Les essais furent réalisés dans des terrains propres ou très faiblement envahis de mauvaises herbes, ceci dans le but de préciser l'action des hétéro-auxines sur les Céréales sans tenir compte de leur action désherbante.

Le schéma généralement utilisé était basé sur la méthode des blocs avec 4,5 ou 6 répétitions. Lorsqu'un essai ne comportait que 4 répétitions, il était toujours doublé par un second, réalisé dans des conditions identiques sur une variété différente, ce qui fournissait 8 répétitions pour chaque condition.

L'évolution des cultures ayant été troublée par les conditions climatiques anormalement humides du printemps et de l'été 1951, il ne fut pas toujours permis de bénéficier des 8 répétitions prévues. A plusieurs reprises l'une des deux variétés ainsi mises en essai fut abandonnée notamment à cause de la verse.

Les parcelles élémentaires ont été tracées de façon à correspondre toujours à un nombre entier de trains de semoir. Chaque parcelle avait la forme d'un rectangle allongé dans le sens des lignes de semis.

La surface des parcelles élémentaires a varié de 5,40 m² à 11,60 m². Au printemps, le tracé des blocs fut matérialisé sur le terrain par des fils de fer tendus entre des piquets et placés perpendiculairement aux lignes de semis. Chaque parcelle élémentaire fut étiquetée à ce moment au moyen de planchettes de bois piquées en terre.

D) Exécution des traitements

Les pulvérisations furent effectuées au moyen de pulvérisateurs Florex à pression préalable, d'une contenance de 2 litres. Le volume du liquide épandu à l'hectare était uniforme dans tous les cas et fixé à 1 000 litres à l'hectare soit 100 cc par mètre carré. Les quantités nécessaires de produits actifs préalablement calculées selon la taille de chaque parcelle étaient ajoutées à l'eau au moment des traitements. Toutes les préparations de produits furent donc faites extemporanément. Pour limiter les erreurs possibles dues à l'action des eaux de diverses provenances sur le produit actif, nous avons utilisé dans la majorité des cas de l'eau provenant de Versailles.

Des écrans en matière plastique furent placés autour des parcelles au moment des traitements, chaque fois que l'air n'était pas parfaitement calme. De plus, les expérimentateurs ont évité de traiter lorsque le vent était assez violent pour troubler la répartition régulière du produit. Le degré de développement atteint par les Céréales au moment des traitements fut déterminé avec soin. La réalisation pratique des opérations fut faite selon les principes exposés dans un précédent mémoire (*Annales de l'Amélioration des Plantes*, p. 117-154. 1952).

E) Produits utilisés

Quatre produits furent utilisés :

1° Pulvérisations de solutions aqueuses de sel de sodium du 2-4 D à des doses allant de 0,8 à 10 kg à l'hectare.

2° Pulvérisations de solutions aqueuses de sel de sodium du M. C. P. A. à des doses allant de 0,8 à 10 kg à l'hectare.

3° Pulvérisations de solutions aqueuses de sel de triéthanolamine du 2-4 D aux doses de 0,8 et 1,6 kg à l'hectare.

4° Pulvérisations d'émulsions aqueuses d'ester éthylique du 2-4 D à des doses allant de 0,5 à 10 kg à l'hectare.

On voit que les doses utilisées dans ces essais s'étalaient sur une gamme très large. Cet étalement fut imposé par le fait que la sensibilité des Céréales à l'égard des hétéro-auxines désherbantes diffère selon les variétés. Les faibles

doses furent réservées aux variétés sensibles, tandis que dans le cas des variétés les plus résistantes, nous avons été obligés d'utiliser de fortes doses afin d'obtenir des résultats significatifs.

Le sel de sodium du 2-4 D fut conditionné par les Établissements Rhone-Poulenc sous forme d'une solution aqueuse à 2,5 p. 100 que l'on diluait au moment de l'emploi. L'ester éthylique fut obtenu dans le commerce sous forme de solution huileuse désignée sous le nom de Weedone 402. Enfin le M. C. P. A. et le sel de triéthanolamine du 2-4 D utilisés dans ces expériences étaient des produits commerciaux vendus respectivement sous le nom d'Agroxone et de Weedar.

Ces divers produits furent analysés afin d'éviter toute erreur de dosage.

F) Récolte des essais

La récolte de chaque essai fut effectuée juste au moment de la maturité, en procédant de la manière suivante :

On commençait par détourer l'essai à la faucille afin d'éliminer la marge environnant les parcelles expérimentales. Chacune d'elles était ensuite séparée de ses voisines par suppression de sa bordure sur une épaisseur de deux rangs. On procédait alors à la récolte proprement dite. Celle-ci était faite à la main sauf dans certains essais de Bréhoulou et de Rethel qui se prêtaient à la récolte à la lieuse.

Les récoltes élémentaires correspondant à chaque parcelle furent mises dans des sacs distincts et étiquetés. Celles recueillies à Rethel, Ondes et Castelnaudary furent battues sur place. Les autres furent transportées et battues à Versailles.

Les poids des récoltes furent naturellement notés parcelle par parcelle.

G) Analyse des résultats

Les résultats furent exploités par la méthode de l'analyse générale de la variance ; la comparaison des moyennes fut faite avec la plus petite différence moyenne significative calculée.

IV — RÉSULTATS

Nous examinerons successivement les résultats fournis par des traitements réalisés sur des Céréales en plein développement (traitement de post-émergence) puis avant la levée (traitement de préémergence).

A) TRAITEMENTS RÉALISÉS SUR DES CÉRÉALES EN PLEIN DÉVELOPPEMENT (TRAITEMENT DE POST-ÉMERGENCE)

La première partie de notre exposé sera consacrée à des essais ayant permis de comparer l'action de diverses hétéro-auxines sur le rendement de quelques

Blés et d'une Avoine. Nous considérerons ensuite les variations de ce rendement en fonction du degré de développement de la Céréale au moment du traitement et nous rechercherons enfin si la toxicité des hétéro-auxines désherbantes dépend de l'heure du traitement.

I. — Action des divers produits désherbants sur le rendement

a) Action comparée de divers produits sur le blé Fylgia

L'essai de rendement le plus important a consisté à comparer la toxicité des principaux produits préconisés pour le désherbage : sel de sodium du 2-4 D, ester éthylique du 2-4 D, sel de triéthanolamine du 2-4 D, sel de sodium du M. C. P. A., à des doses du même ordre de grandeur que celles employées dans la pratique courante (0,8 et 1,6 kg de produit actif à l'hectare).

Les caractères généraux de cet essai furent les suivants :

Nombre de répétitions : 5.
Dimensions des parcelles : 10 m × 1,33 m.
Surface récoltable par parcelle : 10,75 m².
Mode de semis : au semoir Zimmermann.
Traitement réalisé le 13 juin 1951 à 9 heures ; $t = 16°$.
Stade atteint par la Céréale au moment du traitement : cours montée mais avant le gonflement.
Conditions réalisées :
Témoin.
Pulvérisation d'une solution aqueuse de sel de sodium du 2-4-D [1] : 0,8 kg à l'hectare (Na 0,8).
Pulvérisation d'une solution aqueuse de sel de sodium du 2-4 D : 1,6 kg à l'hectare (Na 1,6).
Pulvérisation d'une solution aqueuse de sel de triéthanolamine du 2-4 D : 0,8 kg à l'hectare (Am 0,8).
Pulvérisation d'une solution aqueuse de sel de triéthanolamine du 2-4 D : 1,6 kg à l'hectare (Am 1,6).
Pulvérisation d'une solution aqueuse de sel de sodium du M. C. P. A. : 0,8 kg à l'hectare (Agl 0,8).
Pulvérisation d'une solution aqueuse de sel de sodium du M. C. P. A. : 1,6 kg à l'hectare (Agl 1,6).
Pulvérisation d'une émulsion aqueuse d'ester éthylique du 2-4 D : 0,8 kg à l'hectare (Est 0,8).
Pulvérisation d'une émulsion aqueuse d'ester éthylique du 2-4 D : 1,6 kg à l'hectare (Est 1,6).

Les récoltes en grains fournies par cet essai furent les suivantes (tableau I).

L'analyse statistique de ces valeurs a conduit aux résultats suivants (tableau II).

On peut résumer l'ensemble de ces données par un dernier tableau (tableau III) permettant d'apprécier l'influence des divers traitements par rapport aux témoins.

On voit qu'en définitive le M. C. P. A. est le moins toxique de tous les produits utilisés. Les sels de sodium et de triéthanolamine du 2-4 D sont tous

[1] Toutes les doses sont exprimées en produit actif (sel ou ester).

TABLEAU I

Récoltes fournies par l'essai de rendement réalisé sur Blé Fylgia à Gif dans le but de comparer la toxicité des principales hétéro-auxines désherbantes

Les chiffres contenus dans ce tableau correspondent aux récoltes (en grammes) obtenues dans chacune des parcelles élémentaires de 10,75 m².

Traitement	Répétitions				
	I	II	III	IV	V
Na 0,8	2 550	3 150	3 970	3 370	3 000
Na 1,6	2 920	3 200	3 660	3 210	3 200
Agl 0,8	2 650	3 070	3 850	3 780	3 150
Agl 1,6	3 460	3 700	3 100	3 830	3 580
Am 0,8	3 010	3 590	3 650	3 530	3 550
Am 1,6	3 030	3 890	3 650	3 260	3 270
Est 0,8	1 970	2 480	3 570	3 360	3 190
Est 1,6	1 720	2 220	2 770	2 530	1 870
T1	3 450	3 490	3 780	4 140	3 530
T2	2 990	3 380	3 990	3 600	3 770

TABLEAU II

Rendements comparatifs obtenus dans les diverses conditions de l'essai de rendement sur Blé Fylgia réalisé à Gif (1)

Conditions	Conditions							
	Na		Agl		Am		Est	T
	0,8	1,6	0,8	1,6	0,8	1,6	0,8	
Na 0,8	—	—	—	—	—	—	—	— 11,3 (S)
Na 1,6	+ 0,9 (ns)	—	—	—	—	—	—	— 10,5 (S)
Agl 0,8	+ 3,1 (ns)	+ 2,1 (ns)	—	—	—	—	—	— 8,5 (S)
Agl 1,6	+ 10,3 (S)	+ 9,2 (s)	+ 6,9 (ns)	—	—	—	—	— 2,2 (ns)
Am 0,8	+ 8,1 (s)	+ 7,1 (ns)	+ 4,8 (ns)	— 1,9 (ns)	—	—	—	— 4,1 (ns)
Am 1,6	+ 0,9 (ns)	0 (ns)	— 2,1 (ns)	— 8,4 (s)	— 6,6 (ns)	—	—	— 10,5 (S)
Est 0,8	— 9 (s)	— 9,9 (S)	— 11,8 (S)	— 17,5 (S)	— 15,8 (S)	— 9,9 (S)	—	— 19,3 (S)
Est 1,6	— 30,6 (S)	— 31,2 (S)	— 32,7 (S)	— 37,1 (S)	— 35,8 (S)	— 31,2 (S)	— 23,7 (S)	— 38,5 (S)

les deux un peu plus nocifs que le M. C. P. A. Quant à l'ester il est de beaucoup le plus toxique de tous les produits. Il provoque une chute de rendement excessive même lorsqu'on l'utilise à une dose couramment préconisée (0,8 kg à l'hectare).

(1) Chacun des chiffres contenus dans ce tableau à double entrée et dans les tableaux suivants correspond à la différence de rendement (en p. 100) obtenue sous l'influence de la condition lue horizontalement en regard du chiffre considéré par rapport à la condition lue en regard du même chiffre dans le sens vertical.

Les valeurs suivies de S sont significatives au seuil de 0,01. Les valeurs suivies de *s* sont significatives au seuil de 0,05. Enfin le signe ns correspond à des valeurs non significatives.

TABLEAU III

Action comparée de diverses hétéro-auxines désherbantes sur le rendement du Blé Fylgia

Les valeurs contenues dans ce tableau expriment les chutes de rendement (en p. 100) enregistrées par rapport au témoin.

Agl 1,6	2,2 (ns)	Am 1,6	10,5 (S)
Am 0,8	4,1 (ns)	Na 0,8	11,3 (S)
Agl 0,8	8,5 (s)	Est 0,8	19,3 (S)
Na 1,6	10,5 (S)	Est 1,6	38,5 (S)

b) COMPARAISON DE LA TOXICITÉ DU SEL DE SODIUM ET DE L'ESTER ÉTHYLIQUE DU 2-4 D

Plusieurs essais comparatifs de rendement réalisés sur diverses variétés de Céréales ont permis de comparer la toxicité du sel de sodium et de l'ester éthylique du 2-4 D.

Les traits essentiels de ces essais vont être examinés successivement.

Essai réalisé sur Blé Fylgia à Ablis

Les caractères généraux de cet essai furent les suivants :

Nombre de répétitions : 4.
Dimensions des parcelles : 7 m × 2 m.
Surface récoltable par parcelle : 10,9 m².
Mode de semis : au semoir ordinaire.
Stade atteint par la Céréale au moment du traitement : début gonflement.
Traitement réalisé le 16 juin 1951 à 14 h : t = 22°.
Conditions réalisées :
Témoin.
Pulvérisation d'une solution aqueuse de sel de sodium du 2-4 D : 1 kg à l'hectare (Na 1).
Pulvérisation d'une solution aqueuse de sel de sodium du 2-4 D : 2 kg à l'hectare (Na 2).
Pulvérisation d'une solution aqueuse de sel de sodium du 2-4 D : 5 kg à l'hectare (Na 5).
Pulvérisation d'une émulsion aqueuse d'ester éthylique du 2-4 D : 0,5 kg à l'hectare (Est 0,5).
Pulvérisation d'une émulsion aqueuse d'ester éthylique du 2-4 D : 1 kg à l'hectare (Est 1).

Les récoltes en grains obtenues dans chaque parcelle furent les suivantes (tableau IV).

L'analyse statistique de ces valeurs a conduit aux résultats ci-dessous (tableau V).

Cet essai confirme entièrement celui réalisé à Gif, car ici encore l'ester éthylique s'est montré bien plus toxique que le sel de sodium du 2-4 D.

Essai réalisé sur avoine Victoire *à Ablis*

Nous avons entrepris sur l'avoine *Victoire* un essai identique à celui réalisé sur blé *Fylgia*.

TABLEAU IV

Récoltes obtenues dans l'essai de rendement réalisé sur Blé Fylgia à Ablis

Les chiffres contenus dans ce tableau correspondent aux récoltes en grammes fournies par chacune des parcelles élémentaires de 10,9 m².

Traitements	Répétitions			
	I	II	III	IV
Na 1	1 820	2 720	2 530	2 160
Na 2	2 090	2 020	2 090	2 450
Na 5	2 150	1 950	2 280	2 260
Est 0,5	1 850	1 590	1 970	2 250
Est 1	1 800	1 970	1 940	1 690
Témoin	2 160	2 470	2 310	2 530

TABLEAU V

Rendements comparatifs obtenus dans les diverses conditions de l'essai de rendement réalisé sur Blé Fylgia à Ablis (1)

Conditions	Conditions				
	Na			Est	T
	I	2	5	0,5	
Na 1	—	—	—	—	— 2,5 (ns)
Na 2	— 6 (ns)	—	—	—	— 8,4 (ns)
Na 5	— 6 (ns)	0	—	—	— 8,4 (ns)
Est 0,5	— 16,9 (s)	— 11,5 (ns)	— 11,5 (ns)	—	— 19,0 (s)
Est 1	— 19,5 (s)	— 14,3 (ns)	— 11,3 (ns)	— 6 (ns)	— 21,6 (s)

Les caractères généraux de cet essai furent les suivants :

Nombre de répétitions : 6.
Surface récoltable par parcelle : 10,9 m².
Dimensions des parcelles : 7 m × 2 m.
Mode de semis : au semoir ordinaire.
Traitement réalisé le 5 juin 1951 à 16 heures.
Degré de développement atteint par la Céréale au moment du traitement : début montaison.
Conditions réalisées :
Témoin.
Pulvérisation d'une solution aqueuse de sel de sodium du 2-4 D : 1 kg à l'hectare (Na 1)
Pulvérisation d'une solution aqueuse de sel de sodium du 2-4 D : 2 kg à l'hectare (Na 2).
Pulvérisation d'une solution aqueuse de sel de sodium du 2-4 D : 5 kg à l'hectare (Na 5).
Pulvérisation d'une émulsion aqueuse d'ester éthylique du 2-4 D : 0,5 kg à l'hectare (Est 0,5).
Pulvérisation d'une émulsion aqueuse d'ester éthylique du 2-4 D : 1 kg à l'hectare (Est 1).

Les récoltes en grains fournies par cet essai furent les suivantes : (tableau VI)

(1) Cf. note page 677

TABLEAU VI

Récoltes recueillies dans l'essai comparatif de rendement réalisé sur avoine Victoire à Ablis

Les chiffres contenus dans ce tableau correspondent aux récoltes en grammes obtenues dans chacune des parcelles élémentaires de 10,9 m².

Conditions	Répétitions			
	I	II	III	VI
Na 1	3 430	3 210	2 660	3 520
Na 2	3 010	3 150	3 810	3 310
Na 5	2 390	3 390	2 960	3 270
Est 0,5	3 090	3 430	3 460	3 410
Est 1	1 450	2 780	2 910	2 360
Témoin	3 240	2 820	3 130	3 710

L'analyse statistique de ces valeurs a conduit aux résultats suivants (tableau VII).

TABLEAU VII

Rendements comparatifs obtenus dans les diverses conditions de l'essai de rendement réalisé sur avoine Victoire à Gif (1)

Conditions	Conditions				
	Na			Est	T
	1	2	5	0,5	
Na 1	—	—	—	—	+ 0,62 (ns)
Na 2	+ 3,7 (ns)	—	—	—	+ 3,1 (ns)
Na 5	— 6,2 (ns)	— 9,6 (ns)	—	—	— 6,8 (ns)
Est 0,5	+ 4,6 (ns)	0		—	+ 4 (ns)
Est 1	— 25,9 (S)	— 28,6 (S)	— 21 (s)	— 34 (S)	— 26,35 (S)

On voit que dans ce cas encore, l'ester éthylique du 2-4 D a été bien plus toxique que le sel de sodium. On remarque en outre que le seuil d'action de l'ester doit être compris entre 0,5 kg et 1 kg à l'hectare et qu'au delà de ce seuil sa toxicité s'accroît brutalement avec la concentration puisqu'à la dose de 1 kg à l'hectare on obtient déjà une chute de rendement très importante.

Essai réalisé sur blé du Mesnil à Versailles

Les caractères généraux de cet essai furent les suivants :

Dimensions des parcelles : 4 m × 1,60 m.
Surface récoltable par parcelle : 6,4 m².
Mode de semis : à la main.

(1) Cf. note page 677

Traitement réalisé le 5 mai 1950 ; t = 23°.

Degré de développement atteint par la Céréale au moment du traitement : un peu avant le gonflement.

Conditions réalisées :

Témoin.

Pulvérisation d'une solution aqueuse de sel de sodium du 2-4 D : 1 kg à l'hectare (Na 1).

Pulvérisation d'une solution aqueuse de sel de sodium du 2-4 D : 2 kg à l'hectare (Na 2).

Pulvérisation d'une émulsion aqueuse d'ester éthylique du 2-4 D : 1 kg à l'hectare (Est 1).

Pulvérisation d'une émulsion aqueuse d'ester éthylique du 2-4 D : 2 kg à l'hectare (Est 2).

Les récoltes en grains fournies par cet essai furent les suivantes (tableau VIII) :

TABLEAU VIII

Récoltes recueillies dans l'essai comparatif de rendement réalisé sur blé du Mesnil à Versailles

Les chiffres contenus dans ce tableau correspondent aux récoltes en grammes obtenues dans chacune des parcelles élémentaires de 6,4 m².

Conditions	Répétitions					
	I	II	III	IV	V	VI
Na 1	2 700	2 650	2 740	2 810	2 610	2 750
Na 2	2 630	2 610	2 530	2 720	2 580	2 640
Est 1	2 560	2 250	2 570	2 680	2 640	2 200
Est 2	2 430	2 630	2 560	2 600	2 520	2 200
Témoin	2 580	2 730	2 670	2 500	2 720	2 570

L'analyse statistique de ces valeurs a conduit aux résultats suivants (tableau IX) :

TABLEAU IX

Rendements comparatifs obtenus dans les diverses conditions de l'essai de rendement sur blé du Mesnil réalisé à Versailles (1)

Conditions	Conditions				
	Na		Est		T
	1	2	1	2	
Na 1	—	—	—	—	+ 3 (ns)
Na 2	— 3,3	—	—	—	— 1 (ns)
Est 1	— 9,2 (S)	— 6,1 (s)	—	—	— 7,4 (s)
Est 2	— 8,1 (S)	— 4,9 (ns)	+ 1,2 (ns)	—	— 6 (s)

Ces résultats obtenus sur un Blé d'hiver confirment entièrement ceux fournis par les Céréales de printemps. On constate en effet que l'ester éthylique

(1) Voir note page 677

a été plus toxique que le sel de sodium du 2-4- D. A la dose normale d'utilisation (1 kg à l'hectare) il provoqua en effet une chute sensible du rendement par rapport au sel de sodium employé à dose double.

Essai réalisé sur blé Etoile de Choisy à Castelnaudary
(ferme expérimentale de Loudes)

Les caractères généraux de cet essai furent les suivants :

Nombre de répétitions : 6.
Dimensions des parcelles : 4,50 m × 1,20 m.
Surface récoltable par parcelle : 5,40 m².
Mode de semis : au semoir ordinaire.
Traitement réalisé le 1er avril 1951 à 13 h, t = 23°.
Degré de développement atteint par la Céréale au moment du traitement : début montée.

Nos recherches antérieures (16 *bis*) ayant établi que ce blé pouvait manifester une certaine résistance à l'égard des hétéro-auxines, nous avons cru nécessaire d'abandonner les doses employées dans la pratique courante et d'utiliser seulement des doses nettement supérieures afin d'obtenir à coup sûr des chutes significatives de rendement. Cette remarque nous a fait adopter les conditions suivantes :

Deux témoins.

Pulvérisation d'une solution aqueuse de sel de sodium du 2-4 D : 3,5 kg à l'hectare (Na 3,5).

Pulvérisation d'une solution aqueuse de sel de sodium du 2-4 D : 5 kg à l'hectare (Na 5).

Pulvérisation d'une émulsion aqueuse d'ester éthylique du 2-4 D : 2 kg à l'hectare (Est 2).

Pulvérisation d'une émulsion aqueuse d'ester éthylique du 2-4 D : 5 kg à l'hectare (Est 5).

Les récoltes en grains fournies par les diverses parcelles de cet essai furent les suivantes (tableau X).

TABLEAU X

Récoltes recueillies dans l'essai de rendement réalisé sur blé Étoile de Choisy à Loudes

Les chiffres contenus dans ce tableau correspondent aux récoltes en grammes obtenues à partir de chaque parcelle élémentaire de 5,40 m².

Traitements	Répétitions					
	I	II	III	IV	V	VI
Na 5	1 600	1 460	1 940	1 890	1 640	1 890
Na 3,5	1 600	1 450	1 390	1 840	1 970	1 880
Est 2	1 580	1 570	1 650	1 710	1 120	1 590
Est 5	1 260	1 440	1 300	1 380	1 600	1 810
Témoin 1 ...	1 580	1 590	1 840	1 780	1 800	1 780
Témoin 2 ...	1 820	1 640	1 510	1 600	1 880	2 020

L'analyse statistique des valeurs des rendements obtenus a conduit aux résultats suivants (tableau XI).

Si l'on jette un coup d'œil d'ensemble sur ces résultats, on constate que l'emploi de doses assez fortes d'hétéro-auxine était opportun car le blé *Etoile de Choisy* a manifesté une certaine résistance à l'égard du 2-4 D. Le sel de so-

dium n'a provoqué aucune dépression significative. L'ester éthylique à la dose de 2 kg à l'hectare provoqua une dépression déjà appréciable (8,6 p. 100) mais celle-ci était également dépourvue de signification. C'est seulement pour une dose d'ester de l'ordre de 5 kg à l'hectare que nous avons obtenu une chute significative du rendement.

TABLEAU XI

Rendements comparatifs obtenus dans les conditions de l'essai de rendement sur blé Étoile de Choisy réalisé à la ferme expérimentale de Loudes (1)

Conditions	Conditions			
	Na		Est	T
	3,6	5	2	
Na 3,5	—	—	—	— 2,3 (ns)
Na 5	+ 2,9 (ns)	—	—	o
Est 2	— 6,5 (ns)	— 9,1 (ns)	—	— 8,6 (ns)
Est 5	— 13,6 (s)	— 16 (S)	— 7,5 (ns)	— 15,6 (S)

Dans l'ensemble, on doit retenir le fait qu'à la dose de 5 kg à l'hectare, l'ester éthylique du 2-4 D a provoqué une chute de rendement importante, alors qu'une dose égale de sel de sodium n'a pas manifesté de toxicité décelable dans les conditions de cet essai.

Essai réalisé à Ondes sur les blés du Mesnil et Etoile de Choisy

La comparaison de l'ester et du sel de sodium du 2-4 D a fait l'objet d'un autre essai, entrepris à Ondes sur les blés *du Mesnil* et *Etoile de Choisy*. Ces deux variétés étaient placées côte à côte et l'on avait prévu six répétitions. Une inégalité de terrain obligea à réduire le nombre des répétitions à quatre et la signification des résultats fut donc diminuée. Pour pallier à cette réduction l'analyse statistique fut faite en réunissant les données fournies par les deux variétés. De cette manière la comparaison des deux produits, ester et sel de sodium du 2-4 D demeura satisfaisante.

Les caractères généraux de ces deux essais furent les suivants :

Nombre de répétitions : 4 pour chaque variété.
Dimensions des parcelles : 8 m × 1,75 m.
Surface récoltable par parcelle : 11,60 m².
Mode de semis : au semoir ordinaire.
Traitement réalisé le 3 avril 1951 à 8 h ; t = 12°.
Degré de développement des Céréales au moment du traitement : fin tallage pour blé *du Mesnil*, début montée pour le blé *Etoile de Choisy*.
Conditions adoptées :
Témoin.

(1) Voir note page 677.

Pulvérisation d'une solution aqueuse de sel de sodium du 2-4 D : 3,5 kg à l'hectare (Na 3,5).
Pulvérisation d'une solution aqueuse de sel de sodium du 2-4 D : 5 kg à l'hectare (Na 5).
Pulvérisation d'une émulsion aqueuse d'ester éthylique du 2-4 D : 2 kg à l'hectare (Est 2).
Pulvérisation d'une émulsion aqueuse d'ester éthylique du 2-4 D : 5 kg à l'hectare (Est 5).

Les récoltes fournies par les diverses parcelles furent les suivantes (tableau XII).

TABLEAU XII

Récoltes fournies par les essais de rendement réalisés à Ondes sur les blés du Mesnil et Étoile de Choisy

Les chiffres contenus dans ce tableau correspondent aux récoltes en grammes obtenues à partir de chaque parcelle élémentaire de 11,60 m².

Traitements	Répétitions							
	Blé du Mesnil				*Blé Etoile de Choisy*			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Na 3,5	2 810	3 010	2 770	2 850	2 890	3 040	2 980	3 270
Na 5.....	2 480	2 570	2 730	2 600	3 160	3 160	2 980	2 660
Est 2	3 060	2 380	2 690	2 780	3 210	2 740	2 870	3 170
Est 5	2 680	2 510	2 650	2 550	1 860	2 570	2 850	2 140
Témoin	2 680	2 930	3 200	3 010	3 410	2 910	3 310	3 260

L'analyse statistique de ces valeurs a conduit aux résultats suivants (tableau XIII).

TABLEAU XIII

Rendements comparatifs obtenus dans les diverses conditions des essais de rendement, réalisés sur blé du Mesnil et blé Étoile de Choisy à Ondes (1)

Conditions	Conditions			
	Na		Est	T
	3,5	5	2	
Na 3,5	—	—	—	— 4,5 (ns)
Na 5	— 5,4 (ns)	—	—	— 9,7 (S)
Est 2	— 3 (ns)	+ 2,5 (ns)	—	— 7,4 (s)
Est 5	— 16,2 (S)	— 11,4 (S)	— 12,6 (S)	— 20 (S)

Cet essai confirme dans l'ensemble celui réalisé à Loudes. On voit en effet qu'à la dose de 2 kg à l'hectare l'ester est peu toxique tandis qu'à 5 kg à l'hectare il détermine une baisse de rendement très importante. Ceci souligne une

(1) Voir note page 677.

fois encore que l'ester manifeste une toxicité excessive dès qu'on dépasse le seuil d'action.

On constate en outre que 5 kg de sel de sodium à l'hectare et 2 kg d'ester manifestent une toxicité équivalente. Les résultats concernant les deux variétés peuvent être séparés mais alors leur degré de signification devient moindre. Cette séparation permet de constater que sous l'influence de 5 kg d'ester le blé *Etoile de Choisy* a subi une perte de rendement de 27 p. 100 significative au seuil de 0,01. Le blé *du Mesnil* a subi une perte plus faible de l'ordre de 12 p. 100, significative au seuil de 0,05. Avec 2 kg d'ester à l'hectare, on a obtenu des valeurs de l'ordre de 6,8 p. 100 pour le blé *Etoile de Choisy* et de 7,7 p. 100 pour le blé *du Mesnil* ; ces valeurs ne sont pas significatives.

Essai réalisé sur le blé Nord-Desprez à Ablis

On examinera pour finir les résultats obtenus sur le blé *Nord-Desprez* qui est plus résistant aux hétéro-auxines désherbantes que les Blés d'hiver envisagés jusqu'à présent.

Les caractères généraux de ce dernier essai furent les suivants :

Nombre de répétitions : 4.
Dimensions des parcelles : 7,50 m × 2 m.
Surface récoltable par parcelle : 15 m².
Mode de semis : au semoir ordinaire.
Traitement réalisé le 21 mai 1951.
Degré de développement atteint par la Céréale au moment du traitement : en cours de montée mais avant le gonflement.
Conditions réalisées :
Témoin.
Pulvérisation d'une solution aqueuse de sel de sodium du 2-4 D : 2 kg à l'hectare (Na 2).
Pulvérisation d'une solution aqueuse de sel de sodium du 2-4 D : 5 kg à l'hectare (Na 5).
Pulvérisation d'une solution aqueuse de sel de sodium du 2-4 D : 10 kg à l'hectare (Na 10).
Pulvérisation d'une émulsion aqueuse d'ester éthylique du 2-4 D : 10 kg à l'hectare (Est 10).

Les récoltes en grains fournies par les diverses parcelles de cet essai furent les suivantes (tableau XIV).

TABLEAU XIV

Récoltes fournies par l'essai de rendement réalisé sur blé Nord-Desprez à Ablis

Les chiffres contenus dans ce tableau correspondent aux récoltes en grammes recueillies dans chaque parcelle élémentaire de 15 m².

Traitements	Répétitions			
	I	II	III	IV
Na 2	5 310	5 180	4 590	4 770
Na 5	4 710	5 270	4 340	4 560
Na 10	4 080	4 530	4 610	4 160
Est 10	2 180	3 080	2 750	2 500
Témoin	4 640	5 110	4 620	4 490

L'analyse statistique des valeurs contenues dans ce tableau a conduit aux résultats suivants (tableau XV).

TABLEAU XV

Rendements comparatifs obtenus dans les diverses conditions de l'essai de rendement sur blé Nord-Desprez réalisé à Ablis (1)

Conditions	Conditions			
	Na			T
	2	5	10	
Na 2	—	—	—	+ 5,9 (ns)
Na 5	— 4,8 (ns)	—	—	0
Na 10	— 12,5 (S)	— 8 (s)	—	— 7,8 (s)
Est 10	— 47,1 (S)	— 44,4 (S)	— 39,6 (S)	— 44,3 (S)

L'examen de ce tableau souligne une fois encore que la toxicité de l'ester éthylique du 2-4 D est très supérieure à celle du sel de sodium.

2° Variations de la sensibilité des Céréales au cours des diverses phases de leur évolution

Au cours de recherches antérieures, nous avons montré que l'importance de l'intoxication des Céréales par les hétéro-auxines désherbantes est fonction de l'époque du traitement. C'est ainsi que dans le cas des Blés d'hiver, nous avons distingué deux périodes de sensibilité accrue à l'égard du 2-4 D. La première s'étend depuis le début de la germination jusqu'à la fin du tallage. La seconde correspond au gonflement. Ces deux périodes sont séparées par un intervalle de temps assez long pendant lequel les Céréales manifestent une sensibilité amoindrie et la seconde est elle-même suivie par une période de résistance qui se prolonge jusqu'à la fin de la végétation. Ces diverses conclusions résultaient de simples essais de comportement.

Étant donné leur importance pratique, nous avons cru intéressant de les confirmer au moyen d'essais comparatifs de rendement.

Ces essais furent réalisés en traitant une Céréale donnée à divers stades de son développement, par exemple : plein tallage, fin tallage, début montée, gonflement, épiaison. Nous avons utilisé deux Blés d'hiver (*Magdalena* et *Bon Fermier*), un Blé de Printemps (*Fylgia*) et une Avoine de printemps (*Victoire*). Le choix des produits et des doses fut guidé par le souci d'obtenir des réactions suffisamment prononcées pour que l'influence du moment du traitement puisse s'exprimer nettement. Dans le cas des deux Blés d'hiver, nous avons utilisé de l'ester éthylique du 2-4 D à la dose de 5 kg à l'hectare. Pour l'avoine *Victoire*

(1) Voir note page 677.

et le blé *Fylgia*, il semblait nécessaire d'opérer avec plus de ménagement et ceci nous a conduit à employer le sel de sodium du 2-4 D à la dose de 5 kg à l'hectare.

Ces divers essais vont être examinés successivement.

Essai sur blé Magdalena réalisé à Versailles

Les caractères généraux de cet essai furent les suivants :

Nombre de répétitions : 5.
Dimensions des parcelles : 4 m × 1,60 m.
Surface résoltable par parcelle : 6,40 m².
Mode de semis : à la main.
Produit utilisé : ester éthylique du 2-4 D à la dose de 5 kg à l'hectare.
Conditions réalisées :
Témoin.
Céréales traitées en plein tallage : le 5 avril 1951.
Céréales traitées à la fin du tallage le 16 avril 1951.
Céréales traitées au cours de la montée (distance de l'épi au plateau de tallage : 2 cm), le 2 mai 1951.
Céréales traitées au moment du gonflement le 5 juin 1951.
Céréales traitées au moment de l'épiaison, le 1er juillet 1951.

Les récoltes en grains fournies par les diverses parcelles de cet essai furent les suivantes (tableau XVI).

TABLEAU XVI

Récoltes obtenues dans l'essai de rendement réalisé à Versailles sur blé Magdalena

Les chiffres contenus dans ce tableau correspondent aux récoltes (en grammes) fournies par chaque parcelle élémentaire de 6,40 m².

Stade atteint par la Céréale au moment du traitement	Répétitions				
	I	II	III	IV	V
Plein tallage	1 800	1 890	2 130	1 960	1 850
Fin tallage	2 000	1 980	2 140	1 940	1 910
Montée	2 000	2 390	1 960	2 070	1 730
Gonflement	1 300	1 370	1 480	1 380	1 230
Épiaison	2 280	1 900	2 430	2 180	2 010
Témoin	2 380	2 250	2 530	2 350	2 540

L'analyse statistique des résultats a conduit aux données suivantes (tableau XVII).

L'examen de ce tableau montre que la dépression provoquée par une dose donnée d'ester dépend du stade atteint par la Céréale au moment du traitement. Les chutes de rendement s'atténuent d'abord avec l'âge puis atteignent un maximum au moment du gonflement et redeviennent enfin plus faibles si le traitement est pratiqué à l'épiaison.

TABLEAU XVII

Rendements comparatifs obtenus dans les diverses parcelles de l'essai sur blé Magdalena réalisé à Versailles (1)

Stade atteint par la Céréale au moment du traitement	Stade atteint par la Céréale au moment du traitement				
	Plein tallage	Fin tallage	Début montée	Gonflement	Témoin
Plein tallage	—	—	—	—	— 19,9 (S)
Fin tallage	+ 3,6 (ns)	—	—	—	— 17,4 (S)
Début montée...	+ 5,7 (ns)	+ 2 (ns)	—	—	— 15,7 (S)
Gonflement	— 29,7 (S)	— 32,1 (S)	— 33,4 (S)	—	— 49,9 (S)
Épiaison	+ 12,5 (s)	+ 8,5 (ns)	+ 6,4 (ns)	+ 60 (S)	— 10,3 (S)

Essai sur blé Bon Fermier réalisé à Versailles

Les conditions de cet essai furent identiques à celles réalisées sur blé *Magdalena*. Il est donc inutile de les rappeler et nous nous contenterons d'examiner les résultats. Ceux-ci sont réunis dans le tableau suivant (tableau XVIII).

TABLEAU XVIII

Récoltes obtenues dans l'essai de rendement réalisé à Versailles sur Blé Bon Fermier

Les chiffres contenus dans ce tableau correspondent aux récoltes (en grammes) produites par chaque parcelle élémentaire de 6,40 m².

Stade atteint par la Céréale au moment du traitement	Répétitions				
	I	II	III	IV	V
Plein tallage	1 990	1 990	2 200	1 650	2 070
Fin tallage	2 090	2 030	1 880	2 110	2 060
Début montée...	2 300	2 010	1 940	1 880	1 930
Gonflement	1 220	1 370	1 270	1 040	1 210
Epiaison	2 230	2 140	2 000	2 170	2 110
Témoin	2 610	2 280	2 240	2 320	2 270

L'analyse statistique des rendements obtenus a conduit aux résultats suivants (tableau XIX).

L'examen de ce tableau montre que la sensibilité de la Céréale à l'égard de l'ester éthylique du 2-4 D demeure sensiblement constante jusqu'au gonflement et subit alors une exaltation considérable pour devenir plus faible lors de l'épiaison.

(1) Voir note page 677.

TABLEAU XIX

Rendements comparatifs obtenus dans les diverses conditions de l'essai de rendement sur blé Bon Fermier réalisé à Versailles (1)

Degré de développement atteint par la Céréale au moment du traitement	Degré de développement atteint par la Céréale au moment du traitement				
	Plein tallage	Fin tallage	Début montée	Gonflement	Témoin
Plein tallage.....	—	—	—	—	— 15,3 (S)
Fin tallage.....	+ 2,5 (ns)	—	—	—	— 13,2 (S)
Début montée ...	+ 1,5 (ns)	— 1 (ns)	—	—	— 14,1 (S)
Gonflement.....	— 37,8 (S)	— 39,4 (S)	— 38,8 (S)	—	— 47,4 (S)
Épiaison.....	+ 7,5 (s)	+ 4,9 (ns)	+ 5,9 (ns)	+ 73,1 (S)	— 8,9 (S)

Essai sur blé Fylgia réalisé à Gif

Les caractères généraux de cet essai furent les suivants :

Nombre de répétitions : 5.
Dimensions des parcelles : 4 m × 2,65 m.
Surface récoltable par parcelle : 10,60 m².
Mode de semis : au semoir.
Produit utilisé : sel de sodium du 2-4 D à la dose de 5 kg à l'hectare.
Cinq traitements successifs avaient été prévus ; mais en définitive nous avons réalisé les conditions suivantes :
Témoin.
Céréales traitées en plein tallage (le 23 mai 1951, t = 22°).
Céréales traitées à la fin du tallage (le 4 juin 1951, t = 19°).
Céréales traitées au début de la montaison (le 11 juin 1951, t = 18°).

Les récoltes en grains fournies par les diverses parcelles de cet essai furent les suivantes (tableau XX).

TABLEAU XX

Récoltes obtenues dans l'essai de rendement réalisé à Gif sur le blé Fylgia (variations de la toxicité du 2-4 D en fonction du stade atteint par la Céréale au moment du traitement).

Les chiffres contenus dans ce tableau représentent les récoltes (en grammes) produites par chaque parcelle élémentaire de 10,60 m².

Stade atteint par la Céréale au moment du traitement	Répétitions				
	I	II	III	IV	V
Plein tallage	3 100	2 810	3 500	2 120	2 140
Fin tallage	2 600	3 130	2 520	2 480	2 220
Début montée ..	3 090	2 620	2 670	2 330	2 460
Témoin	3 310	3 050	3 430	2 420	2 420

(1) Voir note page 677.

L'analyse statistique des récoltes obtenues a montré que l'essai n'était pas significatif. Il est néanmoins intéressant d'indiquer les valeurs des rendements. Le traitement réalisé en plein tallage provoqua une chute de rendement de l'ordre de 8 p. 100 par rapport au témoin. Le traitement pratiqué à la fin du tallage détermina une chute de 13,5 p. 100. Enfin le dernier traitement correspondant au début de la montaison provoqua une chute de rendement de 9 p. 100.

Essai sur avoine Victoire réalisé à Ablis

Les caractères généraux de cet essai furent les suivants :

Nombre de répétitions : 4.
Dimensions des parcelles : 7 m × 2 m.
Surface récoltable par parcelle : 10,9 m².
Produit utilisé : sel de sodium du 2-4 D à la dose de 5 kg à l'hectare.
Conditions réalisées :
Témoin.
Céréales traitées en plein tallage (le 24 mai 1951, t = 21°).
Céréales traitées à la fin du tallage (le 5 juin 1951, t = 21°).
Céréales traitées au début de la montaison (le 13 juin 1951, t. = 20°).
Céréales traitées pendant la montaison mais avant le gonflement (le 28 juin 1951, t = 20°).

Les récoltes en grains fournies par les diverses parcelles de cet essai furent les suivantes (tableau XXI).

TABLEAU XXI

Récoltes obtenues dans l'essai de rendement réalisé à Ablis sur avoine Victoire (étude de la variation de la toxicité du 2-4 D en fonction du stade atteint par la Céréale au moment du traitement.

Les chiffres contenus dans ce tableau représentent les récoltes (en grammes) produites par chaque parcelle élémentaire de 10,90 m².

Stade atteint par la Céréale au moment du traitement	Répétitions			
	I	II	III	IV
Plein tallage	2 670	2 590	2 080	2 680
Fin tallage	2 630	2 230	2 550	2 800
Début montée	1 530	2 290	2 830	2 930
Cours montée (avant le gonflement)	1 500	2 610	2 770	2 300
Témoin	3 450	3 230	2 450	2 930

L'analyse statistique des résultats obtenus, nous obligea à corriger la récolte de la parcelle témoin du troisième bloc dont la valeur était manifestement aberrante. Le calcul fait après cette correction, effectuée selon la formule de YATES a montré que l'essai était significatif dans l'ensemble. Les différences de rendement résultant de ce calcul sont contenues dans le tableau suivant (tableau XXII).

TABLEAU XXII

Rendements comparatifs obtenus dans les diverses conditions de l'essai de rendement sur avoine Victoire réalisé à Ablis (1)

Stade atteint par la Céréale au moment du traitement	Stade atteint par la Céréale au moment du traitement			
	Plein tallage	Fin tallage	Début montée	Témoin
Plein tallage	—	—	—	— 22,8 (S)
Fin tallage	+ 2 (ns)	—	—	— 21,2 (s)
Début montée ...	— 4,4 (ns)	— 6,2 (ns)	—	— 26,2 (S)
Cours montée (avant le gonflement)..	— 8,4 (ns)	— 10,1 (ns)	+ 4,1 (ns)	— 29,3 (S)

On voit que tous les traitements ont provoqué une chute de rendement très appréciable. Par contre les variations de cette chute en fonction du stade atteint par la Céréale au moment du traitement ne sont pas significatives.

Conclusions

Le résultat essentiel qui se dégage de ces essais est que l'application d'ester éthylique à dose assez forte sur des Blés d'hiver parvenus au stade du gonflement provoque des chutes de rendement excessives. Ce résultat est si net qu'il peut être mis en évidence par l'examen direct des parcelles. Si l'on examine par exemple la figure 1 qui permet de comparer l'action de l'ester et du sel de sodium du 2-4 D sur des Blés parvenus au stade du gonflement, on constate que l'ester a été beaucoup plus toxique que le sel de sodium. S'il s'agit d'un traitement réalisé au début de la montée, on constate que l'ester est seulement un peu plus actif que le sel de sodium (fig. 2).

3° Variations de la toxicité de l'ester éthylique du 2-4 D en fonction de l'heure du traitement

Nous avons entrepris cette étude sur deux Blés d'hiver, sur l'orge *Aurore* et sur l'avoine *Victoire*. Pour les Blés d'hiver on utilisa l'ester éthylique du 2-4 D. Pour les Céréales de printemps, on avait prévu l'emploi du sel de sodium. Malheureusement les essais sur Orge et sur Avoine furent rendus inutilisables par la verse ; seuls deux essais sur blé *Etoile de Choisy* furent valables.

Essai sur blé Etoile de Choisy réalisé à Gif

Les caractères généraux de cet essai furent les suivants :

Dimensions des parcelles : 7 m × 1,72 m.
Surface récoltable par parcelle : 9,10 m².
Produit utilisé : ester éthylique du 2-4 D à la dose de 5 kg à l'hectare. Le choix fut guidé

(1) Voir note page 677.

FIG. 1. — Blé *Bon Moulin* ayant subi l'action de dérivés du 2-4 D au moment du gonflement
A droite : parcelle traitée par 2 kg d'ester à l'hectare. *A gauche* : parcelle traitée par 2 kg de sel de sodium à l'hectare.
On constate que l'ester a été beaucoup plus toxique que le sel de sodium.

FIG. 2. — Blé *Bon Moulin* ayant subi l'action de dérivés du 2-4 D au début de la montée.
A gauche : parcelle traitée par 10 kg d'ester à l'hectare. *A droite* : parcelle traitée par 10 kg de sel de sodium à l'hectare.
On constate que l'ester fut à peine plus nocif que le sel de sodium.

par le souci d'obtenir des chutes de rendement suffisamment importantes pour que l'influence de l'heure du traitement puisse s'exprimer nettement.

Degré de développement de la Céréale au moment du traitement : en cours de montée mais avant gonflement.

Conditions réalisées :

Témoin.

Traitement effectué le 23 mai par temps clair à 16 h. 30, t = 25°.

Traitement effectué le 23 mai par temps clair à 20 h. 30, t = 18°.

Traitement effectué le 24 mai à 7 heures par temps clair, t = 18°5.

Traitement effectué le 24 mai à 10 h. 30 par temps clair, t = 23°.

Les récoltes en grains fournies par les parcelles de cet essai furent les suivantes (tableau XXIII).

TABLEAU XXIII

Récoltes fournies par les diverses parcelles de l'essai de rendement réalisé à Gif sur blé Étoile de Choisy

Les chiffres contenus dans ce tableau correspondent aux récoltes en grammes fournies par chacune des parcelles élémentaires de 9,1 m².

Heures des traitements	Répétitions			
	I	II	III	IV
7 h	2 080	2 350	2 420	2 810
10,30 h	2 280	2 590	2 500	2 900
16,30 h	2 220	2 510	2 150	2 710
20,30 h	2 350	2 800	2 290	3 260
Témoin I	4 320	3 430	4 260	4 830
Témoin II	3 880	3 780	3 580	4 360

L'analyse statistique de ces rendements a conduit aux résultats suivants (tableau XXIV).

TABLEAU XXIV

Rendements comparatifs obtenus dans les diverses conditions de l'essai de rendement réalisé à Gif sur le blé Étoile de Choisy (1)

Heure du traitement	Heure du traitement			
	7 h	10,30 h	16,30 h	Témoin
7 h	—	—	—	— 40,4 (S)
10,30 h	+ 6,2 (ns)	—	—	— 36,7 (S)
16,30 h	— 0,4 (ns)	— 6,2 (ns)	—	— 40,7 (S)
20,30 h	+ 6,6 (ns)	+ 4,2 (ns)	+ 11,2 (ns)	— 34 (S)

On voit que tous les traitements ont provoqué une baisse de rendement très importante. Mais il n'existe pas de différences significatives entre les divers traitements.

(1) Voir note page 677.

Essai réalisé sur blé Etoile de Choisy à Ablis

Cet essai était destiné à vérifier le précédent. Ses caractères généraux furent les suivants.

Nombre de répétitions : 5.
Dimensions des parcelles : 6 m × 2 m.
Stade atteint par la Céréale au moment du traitement : début montée.
Surface récoltable par parcelle : 9,33 m².
Produit utilisé : ester éthylique du 2-4 D à la dose de 5 kg à l'hectare.
Les traitements furent réalisés le 24 juin 1951 à 8 h. 30 (t = 18°), 10 h 30 (t = 23°), 16 h (t = 25°) et 19 h (t = 21°).

Les récoltes en grains fournies par les diverses parcelles de cet essai furent les suivantes (tableau XXV).

TABLEAU XXV

Récoltes obtenues dans l'essai de rendement réalisé à Ablis sur blé Étoile de Choisy (influence de l'heure du traitement sur la toxicité du 2-4 D)

Les chiffres contenus dans ce tableau représentent les récoltes (en grammes) produites par chaque parcelle élémentaire de 9,33 m².

Heure du traitement	Répétitions				
	I	II	III	IV	V
8,30 h.	2 160	1 940	2 260	2 130	1 960
10,30 h.	2 480	1 870	2 190	2 300	2 330
16 h.	2 330	1 720	2 060	2 360	2 050
19 h.	2 190	1 910	2 030	1 690	2 110
Témoin	3 040	3 070	3 140	2 860	3 750

L'analyse statistique des récoltes obtenues a conduit aux résultats suivants (tableau XXVI).

TABLEAU XXVI

Rendements comparatifs obtenus dans les diverses conditions de l'essai de rendement réalisé à Ablis sur blé Étoile de Choisy (1)

Heure du traitement	Heure du traitement			
	8 h	11 h	16 h	Témoin
8,30 h	—	—	—	— 34 (S)
10,30 h	— 6,6 (ns)	—	—	— 29,6 (S)
16 h	— 0,4 (ns)	— 5,8 (ns)	—	— 33,7 (S)
19 h	+ 4,3 (ns)	— 10,3 (ns)	— 4,7 (ns)	— 36,9 (S)

(1) Voir note page 677.

Tous les traitements ont provoqué une baisse de rendement très importante. Le traitement tardif a été le plus toxique alors que ce fut l'inverse dans l'essai réalisé à Gif sur la même variété.

En réalité, cette contradiction n'est qu'apparente car les variations des chutes de rendement provoquées par les divers traitements n'ont pas été significatives.

B) TRAITEMENTS RÉALISÉS AVANT LA LEVÉE (TRAITEMENTS DE PRÉÉMERGENCE) ; ESSAI DE RENDEMENT RÉALISÉ A RETHEL SUR AVOINE MULTIGRAP.

Au cours de recherches antérieures (16 *bis*) nous avions constaté qu'à Rethel, le M. C. P. A. employé en préémergence avait déterminé une stimulation du développement de quelques Avoines de printemps. Il nous a paru intéressant de compléter ces observations au moyen d'un essai de rendement.

Cet essai de rendement fut réalisé à Rethel sur Avoine *Multigrap* dans les conditions générales suivantes :

Nombre de répétitions : 6.
Dimensions des parcelles : 4 m × 2,50 m.
Surface récoltable par parcelle : 8,4 m².
Mode de semis : au semoir ordinaire.
Conditions réalisées.
Deux témoins.

Traitements de préémergence (réalisés le 12 avril 1951) ...	Pulvérisations de sel de sodium du M. C. P. A. (en solution aqueuse) ..	2 kg à l'ha (Agl 2 pr) 5 kg à l'ha (Agl 5 pr) 10 kg à l'ha (Agl 10 pr)
Traitements de postémergence réalisés le 30 mai : la Céréale était parvenue au début de la montée)	Pulvérisations de sel de sodium du M. C. P. A. (en solution aqueuse) .	2 kg à l'ha (Agl 2 ps) 5 kg à l'ha (Agl 5 ps) 10 kg à l'ha (Agl 10 ps)

Les récoltes en grains fournies par cet essai furent les suivantes (tableau XXVII).

Tableau XXVII

Récoltes fournies par l'essai de rendement réalisé sur avoine Multigrap à Rethel

Les chiffres contenus dans ce tableau correspondent aux récoltes (en grammes) fournies par chacune des parcelles élémentaires de 8,4 m².

Traitements	Répétitions					
	I	II	III	IV	V	VI
Agl 2 pr.....	3 790	3 490	3 780	3 800	3 820	3 840
Agl 5 pr.....	3 970	4 070	3 650	3 660	4 040	3 630
Agl 10 pr.....	3 620	3 640	3 600	3 500	3 570	3 400
Agl 2 ps.....	3 200	3 250	3 120	3 330	3 510	3 200
Agl 5 ps.....	2 800	3 110	3 000	3 240	3 390	3 060
Agl 10 ps.....	2 880	2 920	2 920	2 920	2 930	3 150
Témoin pr	3 750	2 820	2 990	3 060	3 520	3 270
Témoin ps.....	3 050	2 980	3 630	3 430	3 520	3 630

L'analyse statistique des récoltes obtenues a fourni les résultats contenus dans le tableau suivant (tableau XXVIII).

TABLEAU XXVIII

Rendements comparatifs obtenus dans les diverses conditions de l'essai sur avoine Multigrap réalisé à Rethel (1)

Traitement	Traitements					
	Agl 2 pr	Agl 5 pr	Agl 10 pr	Agl 2 ps	Agl 5 ps	Témoin
Agl 2 pr	—	—	—	—	—	+ 16 (S)
Agl 5 pr	+ 2,1 (ns)	—	—	—	—	+ 18,5 (S)
Agl 10 pr	+ 5,3 (S)	— 7,3 (S)	—	—	—	+ 9,9 (S)
Agl 2 ps	— 13 (S)	— 14,8 (S)	— 8,1 (S)	—	—	— 2,6 (ns)
Agl 5 ps	— 17,3 (S)	— 19 (S)	— 12,6 (S)	— 4,9 (s)	—	— 7,4 (S)
Agl 10 ps	— 18,6 (S)	— 22,9 (S)	— 16,9 (S)	— 9,5 (S)	— 4,8 (s)	— 11,9 (S)

L'examen de ce tableau révèle que tous les traitements de préémergence ont provoqué une augmentation de rendement par rapport au témoin tandis que ceux de postémergence se sont conduits inversement.

A la dose optimale c'est-à-dire à 5 kg à l'hectare, le M. C. P. A. employé en préémergence a déterminé une augmentation de rendement voisine de 20 p. 100 qui, en valeur absolue, représentait 7,11 quintaux à l'hectare. Cette action stimulante s'exprime encore mieux si l'on compare le rendement obtenu en préémergence et en postémergence sous l'action d'une dose de M. C. P. A. de l'ordre de 5 kg à l'hectare. La différence de rendement atteint en effet 19 p. 100 soit 8,6 quintaux à l'hectare au bénéfice du traitement de préémergence.

Ainsi, cet essai de rendement confirme entièrement les observations antérieures. Nous croyons être en présence du premier exemple d'une stimulation importante provoquée par une hétéro-auxine.

V — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ET CONCLUSIONS

Après avoir exposé les principaux résultats de notre travail, nous devons en dégager les lignes essentielles et formuler les conclusions qu'ils suggèrent.

Nous examinerons successivement les points suivants : Toxicité comparée des diverses hétéro-auxines désherbantes, sensibilité comparée des diverses variétés de Céréales, variations de la sensibilité des Céréales au cours de leur évolution, variations de la toxicité des hétéro-auxines en fonction de la température et enfin, stimulation du développement des Céréales par le M. C. P. A.

(1) Voir note page 677.

1° TOXICITÉ COMPARÉE DES DIVERSES HÉTÉRO-AUXINES

Les résultats de nos essais de rendement ont entièrement confirmé ceux fournis par les essais de comportement. Ils ont par exemple souligné, la grande toxicité de l'ester éthylique du 2-4 D. Cette conclusion peut être explicitée en confrontant sur un même tableau les résultats de quelques essais de rende-

TABLEAU XXIX

Action des hétéro-auxines désherbantes sur le rendement de quelques Céréales

Ce tableau contient deux séries de résultats. Les uns représentent les chutes de rendement obtenues par rapport aux témoins sous l'action des traitements. Les autres indiquent le gain de rendement obtenu sous l'action d'un produit donné par rapport à l'ester éthylique employé à dose moitié moindre. Toutes ces valeurs expriment les réactions de Céréales cultivées dans des terrains pratiquement dépourvus de mauvaises herbes.

Les résultats suivis de la lettre S sont significatifs au seuil de 0,01. Ceux accompagnés de la lettre s sont significatifs au seuil de 0,05. Enfin l'indication ns correspond à des valeurs non significatives.

Variétés de Céréales et emplacements des essais	Produits employés	Doses en kg à l'hectare	Différences de rendements obtenus par rapport aux témoins (en %)	Gains de rendement obtenus sous l'action d'un produit donné par rapport à une dose moitié moindre d'ester
Blé Fylgia (Gif)	Ester éthylique du 2-4 D	0,8	— 19,3 (S)	—
		1,6	— 38,5 (S)	—
	Sel de sodium du 2-4 D	0,8	— 11,3 (S)	—
		1,6	— 10,5 (S)	9,9 (S)
	Sel de triéthanolamine du 2-4 D	0,8	— 4,1 (ns)	—
		1,6	— 10,5 (S)	9,9 (S)
	Sel de sodium du M.C.P.A.	0,8	— 8,5 (S)	—
		1,6	— 2,5 (ns)	17,5 (S)
Blé Fylgia (Ablis).	Ester éthylique du 2-4 D	0,5	— 19 (s)	—
		1	— 21,6 (s)	—
	Sel de sodium du 2-4 D	1	— 2,5 (ns)	16,9 (s)
		2	— 8,4 (ns)	14,3 (ns)
		5	— 8,4 (ns)	—
Avoine Victoire (Ablis)	Ester éthylique du 2-4 D	0,5	+ 4 (ns)	—
		1	— 26,35 (S)	—
	Sel de sodium du 2-4 D	1	+ 0,62 (ns)	—
		2	+ 3,1 (ns)	28,6 (S)
		5	— 6,8 (ns)	—
Avoine Victoire (Ablis)	Sel de sodium du 2-4 D	5	— 26,2 (S)	—
Blé du Mesnil (Versailles)...	Ester éthylique du 2-4 D	1	— 7,4 (s)	—
	Sel de sodium du 2-4 D	2	— 1 (ns)	5,6 (s)
Blé Étoile de Choisy (Castelnaudary)..	Ester éthylique du 2-4 D	2	— 8,6 (ns)	—
		5	— 15,6 (S)	—
	Sel de sodium du 2-4 D	3,5	— 2,2 (ns)	
		5	0	9,1 (ns) (5 kg de sel de sodium 2 kg d'ester)

ment (tableau XXIX). On voit en effet que pour les Céréales de printemps (avoine *Victoire*, blé *Fylgia*) des doses d'ester comparables à celles préconisées dans les prospectus commerciaux (0,5 à 1 kg à l'hectare) provoquent de sévères chutes de rendement. Dans le cas du blé *du Mesnil* qui est une Céréale d'hiver, l'emploi d'une dose commerciale d'ester (1 kg à l'hectare) provoque également une chute appréciable de rendement.

La comparaison des chutes de rendement provoquées par une dose donnée des diverses hétéro-auxines étudiées montre que pour toutes les Céréales l'ester est beaucoup plus toxique que les autres produits.

On peut objecter à cette comparaison à doses égales, qu'elle ne présente qu'un intérêt théorique car le pouvoir herbicide de l'ester éthylique du 2-4 D est supérieur à celui des autres produits utilisés.

Pour que nos résultats puissent avoir une signification pratique, il serait préférable de confronter l'action exercée sur les Céréales par des doses de substances possédant la même activité désherbante. Cette confrontation semble malaisée car on n'est pas encore pleinement fixé sur le pouvoir herbicide relatif des divers produits. Certains spécialistes estiment par exemple qu'une dose donnée d'ester possède la même activité désherbante qu'une dose double de sel de sodium du 2-4 D, tandis que d'autres affirment que le décalage d'activité ne serait que de 20 à 30 p. 100 en faveur de l'ester. A la suite de nos propres expériences, nous considérons que dans certains cas, l'efficacité de l'ester atteint le double de celle du sel de sodium. Mais cette efficacité relative peut varier en fonction des conditions climatiques. D'autre part, l'activité relative de l'ester par rapport à celle du sel de sodium du 2-4 D dépend de la nature et du degré de développement des adventices.

Dans l'ensemble c'est seulement dans les cas les plus favorables que l'ester est deux fois plus actif que le sel de sodium. Si l'on retient néanmoins cette estimation, il devient intéressant de confronter les baisses de rendement provoquées par une dose donnée de sel de sodium et par une dose moitié moindre d'ester. Cette confrontation montre (tableau XXIX) que la récolte fournie par des Céréales ayant subi l'action d'ester est en général très inférieure à celle obtenue à la suite d'un traitement réalisé à l'aide d'une dose double d'un autre produit.

2° REMARQUES SUR LA SENSIBILITÉ COMPARÉE DES DIVERSES VARIÉTÉS DE CÉRÉALES

Les essais de comportement que nous avons réalisés antérieurement (16 *bis*) ont établi que les Céréales présentent des sensibilités très diverses à l'égard des hétéro-auxines désherbantes.

Pour définir les divers degrés de sensibilité, nous avions établi une échelle en prenant comme test, le seuil d'action des hétéro-auxines, c'est-à-dire la dose minimum de produit actif capable de provoquer une légère réaction de la

Céréale. Ce test s'était montré satisfaisant pour les Céréales relativement résistantes. Mais il n'avait pas été possible de l'appliquer aux variétés sensibles car les plus faibles doses employées dans les essais de comportement avaient provoqué des réactions importantes. Pour celles-ci nous avions dû adopter un autre critère, basé sur l'intensité des réactions enregistrées. En appliquant ces divers principes, nous avions établi une classification des Céréales comprenant sept catégories de sensibilité (16 *bis*, pages 146-147). La première catégorie correspond à des Céréales très résistantes qui ne manifestent pas de réaction pour une dose de sel de sodium du 2-4 D inférieure à 10 kg à l'hectare. La septième correspond à des Céréales très sensibles qui sont fortement endommagées par une dose de sel de sodium du 2-4 D de l'ordre de 2 kg à l'hectare. Les catégories intermédiaires ont pu être définies d'une manière analogue.

La classification ainsi obtenue n'ayant qu'une valeur relative, nous avons voulu la confronter avec les résultats fournis par les essais de rendement, notamment par ceux réalisés sur les blés *Nord-Desprez, Bon Fermier, Magdalena, Etoile de Choisy, du Mesnil, Fylgia* et sur l'avoine *Victoire*.

Auparavant, nous rappellerons les catégories de sensibilité dans lesquelles les essais de comportement nous avaient amenés à placer ces Céréales (16 *bis*), pages 143-144).

Nous avions considéré le blé *Nord-Desprez* comme une variété assez résistante devant être classée en troisième catégorie. Les blés *Bon Fermier* et *Magdalena* légèrement plus sensibles appartenaient à la quatrième catégorie. Les blés *Etoile de Choisy* et *du Mesnil* appartenaient à la cinquième. Enfin les essais de comportement ayant mis en évidence la grande sensibilité du blé *Fylgia* et de l'avoine *Victoire*, ces Céréales furent classées dans la sixième catégorie.

Ayant ainsi rappelé le classement de ces diverses variétés à la suite des essais de comportement, nous examinerons les conclusions suggérées par les essais de rendement ; considérons en premier lieu le cas du blé *Nord-Desprez*. Nous avons constaté qu'une dose de sel de sodium du 2-4 D de l'ordre de 5 kg à l'hectare n'avait pu provoquer pour cette variété une chute de rendement supérieure à 3 p. 100. Une dose de l'ordre de 10 kg à l'hectare détermina une chute de rendement de 7,8 p. 100 significative au seuil de 0,05. Ces résultats ne concordent pas exactement avec le critère ayant servi à classer le blé *Nord-Desprez*. Son classement en troisième catégorie signifiait qu'il réagissait d'une manière sensible sous l'action d'une dose de sel de sodium du 2-4 D de l'ordre de 5 kg à l'hectare. On voit que ce classement offre une marge de sécurité par rapport aux résultats de l'essai de rendement, ce qui, du point de vue pratique, est satisfaisant.

Après avoir examiné le cas d'une Céréale relativement résistante au 2-4 D, considérons à présent celui de variétés très sensibles telles que le blé *Fylgia* et l'avoine *Victoire*. Le classement du blé *Fylgia* en sixième catégorie signifie qu'une dose de sel de sodium de l'ordre de 2 kg à l'hectare peut provoquer une dépression assez importante. L'étude quantitative permet d'affirmer d'autre

part qu'une dose à peu près trois fois plus faible (0,8 kg à l'hectare) est susceptible de déterminer une chute de rendement de l'ordre de 11,3 p. 100. Ces deux résultats sont évidemment concordants. Les résultats obtenus sur l'avoine *Victoire* qui appartient à la même catégorie que le blé *Fylgia* sont aussi concluants. Pour les interpréter il est bon de les mettre en parallèle avec ceux obtenus sur le blé *Fylgia*.

Cette comparaison qui figure sur le tableau XXX s'obtient en confrontant les données fournies par quelques traitements (Est 1 ; Na 1,6 ; Na 5).

On peut voir que l'avoine *Victoire* mérite d'être classée dans la même catégorie que le blé *Fylgia*.

TABLEAU XXX

Comparaison des chutes de rendement provoquées par l'action des hétéro-auxines désherbantes sur le blé Fylgia et l'avoine Victoire

Toutes les valeurs contenues dans ce tableau sont significatives.

Variétés	Localités	Produits et doses	Chutes de rendement enregistrées (en %) par rapport au témoin
Blé Fylgia ...	Ablis	Est 1	21,6
Avoine Victoire	«	«	26,35
Blé Fylgia ...	Gif	Na 1,6	10,5
Avoine Victoire	Ablis	Na 5	26,2

Nous examinerons à présent d'autres données permettant de comparer les blés *Bon Fermier* et *Magdalena* d'une part et le blé *Etoile de Choisy* d'autre part ; les essais de comportement avaient conduit à classer les deux premiers en quatrième catégorie et le blé *Etoile de Choisy* en cinquième catégorie.

Pour comparer ces trois variétés, il suffit de confronter les chutes de rendement provoquées par l'ester éthylique du 2-4 D (tableau XXXI).

TABLEAU XXXI

Comparaison des chutes de rendement provoquées par l'action de l'ester éthylique du 2-4 D sur les blés Étoile de Choisy, Magdalena et Bon Fermier

Toutes les valeurs contenues dans ce tableau sont significatives.

Localités	Variétés	Place dans la classification (catégorie)	Traitement	Chute de rendement
Ondes	Étoile de Choisy	5e	Est 5	27 %
Gif	»	»	»	38 %
Ablis	«	»	»	33,5 %
Versailles	Magdalena	4e	»	15,7 %
»	Bon Fermier	»	»	14,1 %.

L'examen de ce tableau montre clairement que les blés *Magdalena* et *Bon Fermier* sont moins sensibles que le blé *Etoile de Choisy*.

Il est donc normal qu'ils soient classés dans une catégorie inférieure.

On peut encore comparer les résultats obtenus sur le blé *Nord-Desprez* (Ablis) et l'ensemble des variétés *Etoile de Choisy* et *du Mesnil* à Ondes.

Le premier n'a pas subi de chute de rendement décelable dans les conditions de l'essai sous l'action du sel de sodium du 2-4 D à la dose de 5 kg à l'hectare tandis qu'un traitement identique a provoqué pour les deux autres variétés, une chute de rendement significative égale à 11,4 p. 100. Ceci légitime que nous ayons classé les blés *Etoile de Choisy* et *du Mesnil* dans une catégorie supérieure à celle correspondant au blé *Nord-Desprez*.

On peut encore comparer l'ensemble des blés *Etoile de Choisy* et *du Mesnil* à des Céréales appartenant à la catégorie supérieure, c'est-à-dire au blé *Fylgia* et à l'avoine *Victoire* qui, rappelons-le, sont en sixième catégorie. Cette comparaison peut être faite en se rapportant au tableau XXXII.

TABLEAU XXXII

Comparaison des chutes de rendement provoquées par l'action du sel de sodium du 2-4 D sur les blés du Mesnil, Étoile de Choisy et Fylgia

Toutes les valeurs contenues dans ce tableau sont significatives.

Localités	Variétés	Place dans la classification (catégorie)	Traitement	Chute de rendement (en %) par rapport au témoin
Ondes	Blé Etoile de Choisy	5eme	Na 5	9,7 %
Ablis	Avoine Victoire	6eme	»	26,2 %
Gif	Blé Fylgia	»	Na 1,6	10,5 %

On voit que les deux Céréales de printemps sont plus sensibles que celles d'hiver et qu'il était légitime de les classer dans une catégorie supérieure.

Ainsi, les résultats quantitatifs obtenus sur quelques Céréales permettent de les classer de la manière suivante par ordre de sensibilité croissante à l'égard des hétéro-auxines désherbantes.

Blé Nord-Desprez	Blés Bon Fermier et Magdalena	Blés Étoile de Choisy et du Mesnil	Blé Fylgia et Avoine Victoire

Les essais de rendement permettent donc de distinguer quatre classes de sensibilité qui correspondent respectivement aux catégories 3, 4, 5 et 6 de la classification établie à la suite des essais de comportement.

L'une des extrémités de cette gamme est concrétisée par le blé *Nord-Desprez* qui ne réagit qu'à partir de 10 kg de sel de sodium à l'hectare. Les Céréales placées à l'autre extrémité manifestent des réactions très intenses sous l'action de doses de sel de sodium de l'ordre de 5 kg à l'hectare et parfois même (blé *Fylgia*) sous l'action de doses inférieures à 1 kg à l'hectare.

En définitive, les quelques données quantitatives fournies par les essais de rendement sont en accord avec les résultats des essais de comportement, car elles montrent que la sensibilité des Céréales à l'égard du 2-4 D diffère selon les variétés.

3° VARIATIONS DE LA SENSIBILITÉ DES CÉRÉALES AU COURS DE LEUR ÉVOLUTION

Les essais de rendement réalisés dans le but d'étudier les variations de la sensibilité des Céréales au cours de leur développement n'ont pas été suffisamment complets pour que nous puissions en tirer des conclusions vraiment générales. Dans l'ensemble ils ont confirmé les données fournies par les essais de comportement. Ils ont par exemple montré que, dans le cas des Blés d'hiver le gonflement correspond à une période d'extrême sensibilité à l'égard de l'ester éthylique du 2-4 D. Mais nous ignorons s'il en est de même pour les Céréales de printemps notamment les Orges et les Avoines.

Les essais de comportement avaient établi que le tallage correspond lui aussi à une période de sensibilité accrue des Céréales à l'égard des hétéro-auxines désherbantes. Dans le cas des Blés d'hiver, cette sensibilité particulière se manifeste plus nettement pour le sel de sodium du 2-4 D que pour l'ester. Les essais de rendement ont confirmé ce dernier fait, en montrant que l'ester n'est pas particulièrement toxique lorsqu'on l'applique au moment du tallage. Mais ils n'ont pas fourni d'information pour le sel de sodium du 2-4 D.

Dans le cas des Céréales de printemps, les résultats sont également incomplets. Nous n'avons en effet réussi qu'un seul essai sur avoine *Victoire*. Cet essai a simplement montré que le sel de sodium du 2-4 D n'est pas particulièrement toxique lorsqu'on l'applique au moment du tallage.

4° VARIATIONS DE LA TOXICITÉ DES HÉTÉRO-AUXINES DÉSHERBANTES EN FONCTION DE L'HEURE DU TRAITEMENT

Les essais réalisés avec l'ester éthylique du 2-4 D sur un Blé d'hiver n'ont pas révélé de variations significatives de rendement en fonction de l'heure du traitement. Toutefois ce résultat négatif ne peut être généralisé car il reste à entreprendre des expériences complémentaires sur des Céréales de printemps et aussi à considérer le cas du sel de sodium du 2-4 D.

5° STIMULATION DU DÉVELOPPEMENT DES CÉRÉALES PAR LE M. C. P. A. APPLIQUÉ EN PRÉÉMERGENCE

L'action stimulante exercée par le M. C. P. A. employé en préémergence est un phénomène très curieux et vraiment remarquable puisqu'elle peut aboutir dans les cas les plus favorables à un accroissement de rendement proche de 20 p. 100.

Sa rentabilité est indéniable et si on pouvait l'obtenir à coup sûr, l'emploi des traitements de préémergence à l'aide du M. C. P. A. pourrait devenir une pratique très intéressante.

Nos recherches antérieures avaient suggéré que ce pouvoir stimulant du M. C. P. A. se manifestait lorsque le terrain contenait du calcaire. Pour confirmer cette hypothèse nous avons entrepris une série d'essais de comportement dans 16 terrains contenant diverses doses de calcaire. Les résultats n'ont pas été vraiment concluants, car dans certains cas les traitements de préémergence furent peu toxiques alors que le sol contenait peu de calcaire. D'autres fois, au contraire, nous avons observé une dépression légère mais cependant appréciable du développement des Céréales bien que le sol fût riche en calcaire.

La présence de calcaire dans le sol n'est donc pas la condition de l'action stimulante exercée par le M. C. P. A. On peut dire seulement qu'en terrain calcaire, le M. C. P. A. appliqué en préémergence ne peut être vraiment toxique pour les Céréales. L'action stimulante exercée par ce produit dépend néanmoins de la nature du terrain. Peut-être dans certains cas, le sol retient-il le M. C. P. A. d'une manière telle qu'il n'en reste à l'état libre qu'une dose très faible capable d'exciter le développement des Céréales ? Peut-être encore le M. C. P. A. modifie-t-il l'équilibre bactériologique du sol dans le sens d'une fertilisation ? Ces hypothèses ouvrent évidemment la voie à de nouvelles recherches.

***

Les essais de rendement dont nous venons d'exposer les résultats, légitiment dans l'ensemble les essais de comportement réalisés antérieurement en leur conférant une valeur quantitative. Ils sont encore fragmentaires et devront être complétés. Néanmoins ils suggèrent dès à présent que les prescriptions classiques d'emploi des hétéro-auxines désherbantes devraient être assouplies et qu'il faudrait opérer différemment selon qu'il s'agit de Céréales plus ou moins sensibles.

On peut également se demander si la grande toxicité de l'ester éthylique du 2-4 D ne devrait pas conduire à abandonner ce produit pour le désherbage des Céréales et à le réserver pour le traitement des prairies.

Enfin les traitements de préémergence pourraient être très intéressants dans les régions où la nature du sol permet d'obtenir des phénomènes de stimulation.

VI — RÉSUMÉ

Des essais comparatifs de rendement ont été réalisés, en 1951, pour compléter les résultats obtenus avec les essais de comportement effectués en 1950.

Ces essais ont permis d'étudier les points ci-après :

— Comparaison de l'action des principaux produits commerciaux sur le rendement des Céréales.

— Influence, sur le rendement, du stade de développement atteint par la Céréale au moment du traitement.

— Influence, sur le rendement, de l'heure à laquelle a été réalisé le traitement.

— Influence, sur le rendement, des traitements de post-émergence et de préémergence réalisés en terre calcaire avec le M. C. P. A.

Les résultats obtenus ont conduit aux conclusions suivantes :

L'ester éthylique du 2-4 D se montre vis-à-vis des Céréales beaucoup plus toxique que les autres formes d'hétéro-auxines désherbantes (sel de soude du 2-4 D, sel d'amine du 2-4-D, M. C. P. A.). Cette exagération de la toxicité de l'ester éthylique du 2-4-D pour les Céréales ne serait pas compensée par une augmentation correspondante du pouvoir herbicide.

Le gonflement correspond, pour les Blés d'hiver, à une période de haute sensibilité vis-à-vis de l'ester éthylique du 2-4-D, ce produit ayant la propriété de provoquer de nombreuses stérilités.

Les essais sur Blé d'hiver n'ont pas révélé de variations significatives du rendement en fonction de l'heure du traitement.

Le M. C. P. A. appliqué en préémergence, à Rethel, en terre calcaire a provoqué des stimulations remarquables sur une Avoine.

BIBLIOGRAPHIE

(1) AHLGREN (G. H.), KLINGMAN (G. C.), et WOLF (D. E.). — Principles of weed control 368 pp., New-York, Wiley 1951.

(2) ANDERSEN (S.) et HERMANSEN (J.). — Effect of hormones derivatives on cultivated plants. *Den Kgl. Vet. og Landbohojskoles*, **26**, 141-203, 1950.

(3) BLACKMAN (G. E.). — Weed control in cereals by chemical methods. *J. Min. Agric.*, **53**, 16-22, 1946.

(4) DAVIDSON (J. G.). — Effect of 2-4-D on spring planted oats when applied at three different stages. *Res. Rept., Sixt Ann. North Central Weed Control Conference*, 103, 1949.

(5) DENWARD (T.) et ÅBERG (E.). — Hormon derivat i kampen mot ogräs. (III). *Vaxtödling*, **2**, 259-280, 1947.

(6) DERSCHEID (L. A.), STAHLER (L. M.) et KRATOCHVIL (B. E.). — The effects of 2-4-D formulations on barley yields. *5th Ann. North Central Weed Control Conference. Res. Rept.*, n° 19, 1948.

(7) FORSTER (J. R.). — Effect of 2-4-D on spring sown barley and wheat. *Res. Rept., 6th Ann. North Centr. Weed Control Conference* 105-106, 1949.

(8) FRIESEN (H. A.). — Effect of 2-4-D on Cereals. *Proc. and abstr., 3rd Western Canadian Weed Control Conference*, 40-48, 1949.

(9) FRON (G.). — Les plantes nuisibles à l'agriculture. 364 pp., Paris, 1917.

(10) GODBOUT (E.). — Effects of 2-4-D on oats at different stages of growth. *Res. Rept., 6th Ann. Nord Central Weed Control Conference*, 108, 1949.

(11) GODEL (G. L.). — Proc. World's grain exhib and conf. Canada, 107-113, 1933.

(12) GUSTAFSSON (Y.), SUNDELIN (G.), ÅBERG (E.). — Ogräs bekämpning med hormonderivat. *Kungl. Lantbrukshögskolan och Statens Lantbruksförsök* 16 pp. Uppsala 1949.

(13) HELGESON (E. A.), BLANCHARD (K. L.) et SIBBIT (L. D.). — The effect of 2-4-D compounds on yield and quality of North-Dakota wheats. *N. Dak. Agr. Exp. Sta. Bul.*, **10**, 166-171, 1948.

(14) KLINGMAN (D. L.). — Effects of spraying cereals with 2-4-D. *Jour. Amer. Soc. Agron.*, **39**, 445-447, 1947.

(15) KORSMO (E.). — Umkraüter im Ackerbau der Neuzeit, Berlin, Springer 1930.

(16) LONGCHAMP (R.), ROY (M.), GAUTHERET (R. J.). — Action de quelques hétéro-auxines sur la morphogénèse des Céréales. *Ann. Am., Pl.*, **2**, 305-327, 1952.
(16 *bis*) LONGCHAMP (R.), ROY (M.), GAUTHERET (R. J.). — Nouvelles recherches sur l'action de quelques hétéro-auxines desherbantes sur les Céréales. *Ann. Am. Pl.*, **1**, 117-174, 1952.
(17) MC NEAL (F. H.). — Effect of 2-4 D on the yield and height of Federation wheat. *Jour. Amer. Soc. Agron.*, **40**, 1070-1073, 1948.
(18) MC ROSTIE (G. P.) et al. — *Canada. Nat. Res. Counc.*, 1932, Rep. nº 27.
(19) OLSON (P. J.), ZALIK (S.), BREAKEY (W. J.) et BROWN (D. A.). — Sensivity of wheat and barley at different stages of growth to treatment with 2-4-D. *Agr. Jour.*, **43**, 77-83, 1951.
(20) OVERLAND (A.) et RASMUSSEN (L. W.). — Some effects of 2-4-D formulations in herbicidal concentrations on wheat and barley. *Agr. Jour.*, **43**, 321-324, 1951.
(21) SHAFER (N. E.). — Effects of 2-4-D on weed-free Nemaha oats. *Res. Rept., 6th Ann. North Centr. Wæed Control Conf.*, 1949.
(22) SHAW (W. C.), et WILLIARD (C. J.). — The effects of 2-4-D on Clinton oats at Colombus (Ohio). *6th Ann. North Centr. Weed control Conf. Res. Rept.*, nº 7, 1949.
(23) SHAW (W. C.) et WILLARD (C. J.). — The effect of 2-4-D on Clinton oats. *Res. Rept., 6th Ann. North Centr. Weed Control Conf.*, nº 8 1949.
(24) TEMPLEMAN (W. G.) et HALLIDAY (D. J.). — Field Experiments in selective weed-control by plant growth regulators. *Empire Jour. Exp. Agr.*, **18**, 169-176, 1950.
(25) TILEMANS (M.) et DETROUX (L.). — Considérations sur l'utilisation des herbicides sélectifs dans les cultures de céréales. *Rev. de l'Agriculture*, **4**, 611-619, 1950.
(26) TINGEY (D. C.). — Quality and yield of winter wheat only slightly affected by use of 2-4-D in weed control. *Utah Agr. Exp. St. Farm and Home Sci.*, **10**, 12-13, 1949.
(27) VAN STONE. — *Agr. Chem.*, **3**, 79-81, 1948.

DOCUMENTATION

GÉNÉRALITÉS

1. — Cytologie

KONZAK (C. F.), RANDOLPH (L. F.) et JENSEN (N. F.). — **Embryo cultures of barley species hybrids.** (Culture d'embryons d'hybrides interspécifiques d'Orge). *J. Hered.*, XLII, 3, 125-134, 1951.

Les hybrides *Hordeum sativum* × *H. bulbosum* n'ont pu être obtenus que par la culture d'embryons en milieu nutritif. Sur onze hybrides ainsi obtenus, 8 ont été étudiés cytologiquement. Cette étude a mis en évidence une homologie assez étroite entre les chromosomes des deux espèces. Une corrélation positive directe a été observée entre la fréquence de cellules présentant des polyvalents en Métaphase I chez les plantes hybrides et le nombre de grains produits sur les variétés d'orge cultivées croisées avec *H. bulbosum*. Ces hybrides n'ont donné aucun grain, que ce soit en fécondation libre ou en recroisement avec *H. sativum*. Cette stérilité semble due au moins partiellement à l'existence de gènes d'auto-incompatibilité présents chez *H. bulbosum*.

S. Es.

VACHHANI (Moti V.). — **A study of the relationship of chromosome knobs with certain agronomic and morphologic characters in corn inbreds.** (Etude des relations entre des protubérances visibles sur les chromosomes et certains caractères agronomiques et morphologiques de lignées de Maïs). *Agron. J.*, XLII, 4, 196-201, 1950.

Les cytologistes américains ont localisé des protubérances fortement colorées sur 15 des 20 branches chromosomiques du maïs. La taille et le nombre de ces taches varient entre variétés et entre lignées, mais elles ont des positions précises et constantes. On en compte 8 en moyenne dans les maïs nord-américains, mais les 20 lignées étudiées dans ce travail n'en ont que 2 à 8 (4,65 en moyenne).

L'auteur rend compte de cette étude cytologique et cherche ensuite s'il existe des liaisons entre le nombre ou la position des protubérances et 24 caractères précis. Ces caractères sont surtout des caractères morphologiques tels que hauteur de la plante, conicité de l'épi, mais il y a en plus la précocité, la résistance au charbon, la force d'enracinement, le rendement. Les différences entre lignées sont significatives, mais le groupement des lignées à même nombre de protubérances chromosomiques ne donne aucune signification particulière. De même, la recherche d'une liaison précise entre une protubérance déterminée et l'un quelconque des caractères n'a donné aucun résultat. L'auteur pense qu'il faudrait refaire le même travail sur des lignées possédant un plus grand nombre de protubérances.

X. LAS.

4. — Ecologie

SCHIEMANN (E.). — **New results on the history of cultivated cereals.** (Nouvelles acquisitions à propos de l'histoire des céréales cultivées). *Heredity*, V, 3, 305-320, 1951.

Résumant une série de ses publications antérieures et leur apportant une conclusion, l'auteur discute la théorie de VAVILOF sur les centres d'origine de l'orge et du blé à la lumière des observations cytogénétiques et botaniques faites par Maria LANGE DE LA CAMP, R. FREISLEBEN et l'auteur sur le matériel rapporté de Haute Asie, de 1935 à 1939 par des savants allemands. Elle se base également sur les recherches expérimentales de F. WETTSTEIN et K. PIRSCHLE, et sur l'ensemble de récents travaux. *Hordeum spontaneum* est considéré

comme ancêtre direct des orges cultivées ; deux nouvelles formes d'*Hordeum agriocrithon* ont été trouvées à l'état spontané dans le Thibet : elles seraient à l'origine des orges à six rangs qui sont cultivées dans tout l'Hindou Koush oriental, centre de diversité ; il est suggéré que les orges cultivées, à 2 rangs, résultent du croisement entre orges cultivées à 6 rangs et *H. spontaneum*. En accord avec VAVILOF, il est admis que les blés hexaploïdes se sont diversifiés dans l'Hindou Koush où se trouvent des formes indo-européennes de *T. aestivum* et indiennes de *T. sphaerococcum*, mais leur centre d'origine est distinct et se situe probablement en Transcaucasie, dans la zone de végétation commune à *T. dicoccoides* ou *dicoccum* et à *Aegilops squarrosa*. Cependant, l'hypothèse de MAC FADDEN et SEARS sur l'origine des blés tendres, après synthèse de *T. spelta*, amphidiploïde obtenu par croisement entre les deux espèces précédentes, est infirmée par la présence de *T. spelta* endémique dans la vallée du Rhin dès l'âge de Bronze. Une distinction est établie entre Centres d'origine et Centres de diversité : dans ceux-ci, tels que l'Abyssinie et l'Hindou Koush, les espèces sauvages ont été importées, dès l'antiquité, lors d'immigrations arrêtées en haute altitude où les températures élevées favorisant la fécondation croisée, les radiations U. V. provoquant des mutations, il s'est créé de nouveaux endémiques ; ce sont des centres d'accumulation (« Stauungscentrum ») où sont primitivement réunies formes sauvages et cultivées.

B. S.

7. — Sélection

HANNA (W. F.), PETERSON (R. F.), ANDERSON (J. A.). — **How are new varieties tested ?** (Comment les nouvelles variétés sont-elles testées ?). *Agric. Inst. Rev.*, VII, 7 p., 1951.

Les nouvelles variétés de céréales ou d'oléagineux créées au Canada par les services officiels et privés ou importées dans ce pays, sont testées systématiquement par des techniciens et chercheurs des « Associate Committee », financés par le « National Research Council » et le Ministère de l'Agriculture. La résistance à la rouille noire et à la rouille brune est considérée comme facteur économique primordial dans l'amélioration du blé ; les races sont prospectées et identifiées chaque année, les plus virulentes étant utilisées pour tester les géniteurs, lignées et variétés sur plantules et plantes adultes en serre, à diverses températures et au champ sur plantes épiées. La résistance aux races de caries et de charbon inventoriées annuellement est également étalonnée. La résistance au piétin-verse est étudiée par rapport au témoin résistant *Mac Murrachy* en diverses régions représentant respectivement diverses variations des facteurs du milieu. D'autre part, un réseau d'essais comparatifs semblables est réparti sur vingt-trois régions de l'Ouest canadien, permettant aux spécialistes de caractériser les variétés et d'obtenir des indices de rendement ; ces essais portent sur trois années consécutives. Enfin des tests technologiques précis appliqués à de nombreux échantillons de chaque variété, fournissent des renseignements détaillés sur la valeur meunière, boulangère ou même pâtissière en rapport avec les exigences commerciales ; un classement final est donné par rapport au témoin *Marquis*.

Les variétés retenues après quatre années de tests sont homologuées par le Ministère de l'Agriculture, multipliées par la « Canadian Seed Growers Association » et recommandées aux agriculteurs de l'Ouest canadien.

B. S.

LONNQUIST (J. H.). — **Recurrent selection as a mean of modifying combining ability in corn.** (La sélection récurrente, moyen de modifier la faculté d'association chez le maïs). *Agron. J.*, XLIII, 7, 311-315, 1951.

De nouvelles méthodes sont proposées pour l'amélioration du maïs depuis quelques années : une des plus prometteuses est basée sur l'alternance de cycles d'autofécondations et de cycles de fécondations libres entre les meilleures lignées issues d'une même population. Ce retour à la diversité génétique de la population initiale, à partir des meilleurs génotypes de cette population, augmente la fréquence des gènes favorables.

L'auteur, par croisements avec un même hybride simple servant de « testeur », compare d'une part des lignées en autofécondation normale, d'autre part des plantes issues de ces lignées, mais laissées en fécondation libre les deux dernières années. Les résultats montrent que la faculté d'association est accrue par la sélection récurrente des meilleures lignées car les rendements sont plus forts après les deux ans de fécondation libre entre ces lignées. La dispersion des résultats indique que les possibilités de sélection au cours de nouveaux cycles de récurrence sont encore grandes.

X. LAS.

9. — Technologie

CHOLLET (M. M.). — **Saccharose et raffinose dans la betterave.** *Mem. Soc. Bot. France*, 173-177, 1950-51.

Indépendamment du saccharose, il existe dans les racines de betterave du raffinose dans des proportions variant de 6 à 41 mg pour 100 g de racines suivant l'époque de l'arrachage ; la teneur maximum en raffinose est atteinte une vingtaine de jours avant la richesse maximum en saccharose. Puis la teneur maximum en raffinose diminue surtout en cas de gelée. La méthode de dosage consiste à hydrolyser totalement le saccharose par fermentation. Le raffinose perd une molécule de fructose et passe à l'état de mélibiose. Sous l'influence de l'α galactosidase contenue dans un autolysat de levure basse de brasserie on hydrolyse le mélibiose en glucose α et galactose α. On déduit la teneur en raffinose de l'accroissement du pouvoir réducteur du milieu après action de la galactosidase.

J. M.

KUNKEL (R.), GREGORY (J.) et BINKLEY (A.). — **Mechanical separation of potatose into specific gravity groups shows promise for the potato chip industry.** (La séparation mécanique des pommes de terre par groupes de densité spécifique s'avère intéressante pour l'industrie de fabrication des frites). *Amer. Pot. J.*, XXXVIII, 8, 690-696, 1951.

Se basant sur les expériences de SMITH, WHITEMAN et WRIGHT, qui tendent à prouver que pour une même variété de pomme de terre, les tubercules de poids spécifique élevé sont plus intéressants pour l'industrie des « chips » (pommes de terre frites consommées froides), l'auteur a mis au point une machine capable de séparer industriellement les tubercules de poids spécifique différent. La méthode consiste à tremper les tubercules à séparer dans un bain d'eau salée de densité égale à la densité moyenne de la variété. Une série d'essais effectués à l'aide de cette machine a permis de démontrer que les tubercules à poids spécifique élevé offraient pour l'industrie 3 avantages :

1) une meilleure coloration du produit ;
2) une dépense d'huile plus faible de 4 à 4,5 % ;
3) un rendement en poids supérieur d'environ 3,5 %.

R. LAIS.

CULTURES SPÉCIALES

1. — Céréales

AITKEN (T. R.), FISHER (M. H.) et ANDERSON (J. A.). — **Quality of australian wheat varieties grown in Canada.** (La qualité des variétés australiennes de blé cultivées au Canada). *Sci. Agric.*, XXXI, 10, 439-453, 1951.

Huit variétés de blé de meunerie venant d'Australie, cultivées avec les témoins *Marquis* et *Thatcher* dans plusieurs stations de l'Ouest Canadien réunissant respectivement diverses conditions de milieu ont été caractérisées d'après leurs principales qualités agronomiques et leurs réactions aux tests détaillés de valeur boulangère. Parmi les meilleurs géniteurs possibles, figurent : *Gabo*, résistant aux rouilles noire et brune, productif, *Gular*, plus résistant à la rouille brune que *Thatcher*, *Cailloux* et *Pusa* 4, blés de force à teneur en protéines très élevées. Toutes ces variétés, produites dans les Nouvelles Galles du Sud, ont une force boulangère au moins égale à celle de *Marquis*, mais les blés exportés par l'Australie n'en sont pas moins fortement concurrencés à cet égard par les blés canadiens.

B. S.

POPP (W.). — **Infection in seeds and seedlings of wheat and barley in relation to development of loose smut.** (Infection des semences et plantules d'orge et de blé en rapport avec le développement de charbon nu). *Phytopath.*, XLI, 3, 261-275, 1951.

En vue de mettre rapidement en évidence le mycélium d'*Ustilago tritici* (Pers) Rostr. et d'*U. nuda* (Jens.) Rostr., respectivement chez le blé, puis chez l'orge dans les tissus excisés de l'embryon et de la plantule, l'auteur a mis au point une nouvelle technique. En second lieu, l'étude des corrélations entre l'infection jusqu'au stade 6 feuilles et celle de la plante adulte a été poursuivie.

Chez le blé, les conclusions suivantes ont été retenues : 1) à des embryons indemnes correspondent toujours des plantes adultes saines ; 2) si l'embryon est infecté, l'épi peut également l'être à divers degrés ou rester indemne suivant le taux de mycélium présent

dans l'embryon, le degré de sensibilité variétale et la race utilisée comme inoculum. Généralement, à l'infection du point végétatif chez la plantule correspond celle de la plante adulte d'où l'intérêt du test au stade 2 feuilles. La nature des facteurs respectifs de résistance de l'embryon et de la plantule reste à déterminer.

Sur 60 variétés d'orge sensibles ou résistantes, les réactions des embryons et plantules sont les mêmes que celles de la plante adulte.

B. S.

RAPIN (J.) et TERRIER (Ch.). — **La carie naine du froment.** *Rev. Rom. Agric. Vitic. Arboric.*, 3, 17-19, 1952.

Déjà signalée en 1950, dans le Jorat, la carie naine (*Tilletia caries*) a été déterminée par les auteurs à la récolte de 1951, dans quelques champs du Canton de Neufchâtel. Ils résument, à l'adresse des agriculteurs, les connaissances acquises aux États-Unis sur *Tilletia caries*, depuis 1935, mettant en évidence le danger présenté par ce parasite transmissible par les sols, notamment les sols compacts où les spores peuvent subsister deux ans ; les auteurs soulignent l'inefficacité du traitement des semences et des méthodes d'assolement. Une étude sur les caractéristiques de la race sévissant en Suisse romande a été entreprise dans les stations fédérales en automne 1951 et, déjà, la Station de Mont-Calme s'est procuré des géniteurs de résistance à la carie naine.

B. S.

PUGSLEY (A. T.). — **Fifty years of wheat improvement in South Australia.** (Cinquante ans d'amélioration du blé en Australie). *J. Agric. South Australia*, 6 p., 1951.

A l'occasion du Jubilé du « Commonwealth of Australia », l'auteur rappelle les principaux résultats acquis en Australie par les sélectionneurs de blé officiels et privés : résistance à la sécheresse atteinte de longue date chez le géniteur *Gluyas*, résistance aux maladies importantes obtenue notamment dans les croisements d'espèces sauvages de *Triticum* par la variété *Steinwedel*, amélioration de la valeur boulangère. Les travaux du « Waite Agricultural Research Institute », commencés en 1925 ont été basés sur l'hérédité des caractères ; la sélection pedigrée a été complétée plus récemment par les recroisements. Parmi les meilleures variétés destinées à l'Australie méridionale figurent : *Warigo, Javelin 48, Dirk 48, Ridley 48, Scimitar 48, Gabo, Dundee 48, Insignia 49.*

B. S.

WORTMAN (L. S.) et RINKE (E. H.). — **Seed corn injury at various stages of processing and its effect upon cold test performance** (Altérations des graines de maïs à divers stades de leur conditionnement et effets de ces altérations sur l'épreuve de tolérance au froid). *Agron. J.*, XLIII, 7, 299-305, 1951.

La germination et la levée dépendent de l'état des semences : si celles-ci sont abîmées par des machines trop brutales, la levée peut être défectueuse car les déchirures du péricarpe ou d'autres altérations physiques facilitent les infections cryptogamiques. On étudie expérimentalement l'effet de ces altérations en plaçant les grains au froid au début de la germination, ce qui les rend plus sensibles et amplifie les différences entre lots. Complétant par cette méthode l'examen des grains au binoculaire, les auteurs étudient l'effet des procédés mécaniques de récolte, de triage et de stockage sur les semences de deux hybrides doubles, en comparant des lots prélevés après chaque opération mécanique à des lots traités à la main et pratiquement intacts. Toutes les opérations mécaniques abîment les grains, surtout l'égrenage après lequel 40 % des grains présentent une ou plusieurs blessures visibles au binoculaire. Après le cycle complet de conditionnement, 70 % des grains sont abîmés. Les différents types d'altérations diminuent plus ou moins le taux de levée : les craquelures ouvertes ou les écornures sur la face du grain contenant l'embryon sont les plus graves. Les grains ronds semblent plus fragiles que les grains plats.

X. LAS.

2. — Plantes sarclées

BONDE (R.) et ULERRIAM (D.). — **Studies on the dissemination of the potato spindle tuber virus by mechanical inoculation.** (Étude sur la dissémination du virus du « spindle-tuber » par inoculation mécanique). *Amer. Pot. J.*, XXXVIII, 3, 558-560, 1951.

Les auteurs ont essayé divers modes de transmission du virus du « spindle-tuber » : transmission par lame de couteau polluée, par frottement de deux demi-tubercules, l'un sain l'autre malade, par machine à planter polluée et enfin par infection des germes cassés

avec du jus de germes malades. Il apparaît que l'infection par les germes cassés est la plus importante.

L'essai a été fait avec deux variétés : *Kennebec* et *Kathadin*, et les moyennes d'infection obtenues montrent que la résistance variétale est bien plus importante que le mode d'infection. *Kennebec* est atteinte de deux à dix fois plus que *Kathadin* suivant les années et les essais.

R. LAIS.

DARBY (J. F.) et LARSON (R. H.). — **Variations in virulence of naturally occuring strains of potato virus Y.** (Differents degrés de virulence chez des souches naturelles de virus *Y* de la pomme de terre). *Amer. Pot. J.*, XXXVIII, 3, 561-562, 1951.

Vingt-cinq souches de virus *Y* de la pomme de terre, provenant de diverses régions d'Angleterre, des États-Unis et de Nouvelle-Zélande, furent isolées par les auteurs, après transmission à de jeunes plants de tabac.

Les symptômes produits par ces différentes souches de virus furent très variables suivant les variétés de pommes de terre infectées. Certaines souches de virus provoquant la mort pour quelques variétés et ne produisant chez d'autres qu'une chlorose parfois partielle.

Vingt-deux variétés de pommes de terre furent contaminées et ensuite classées suivant la sévérité des attaques. Parmi les variétés essayées les moins sensibles sont *Arran Banner* et *Snow Drift*. Les plus sensibles étant *Triumph Chippewa, Red Warba, White Cloud, USDA* 41956, et *Ontario*.

Les auteurs démontrent de plus que la « bigarrure » peut-être occasionnée uniquement par le virus *Y* et pas forcément par le complexe *X* plus *Y* ainsi que le prétendent de nombreux auteurs.

R. LAIS.

HARDENBURG (E. V.). — **Effects of various methods of handling seed potatoes in preparation for planting.** (Effets produits par différents modes de préparation des plants de pommes de terre). *Amer. Pot. J.*, XXXVIII, 2, 525-529, 1951.

Des essais ont été faits pendant cinq ans avec trois variétés différentes de pommes de terre dans le but de voir si les traitements divers, couramment employés pour cicatriser les plaies des tubercules coupés, avaient une répercussion sur la levée et le rendement. Les plants furent : — sectionnés juste avant la plantation ; — sectionnés et séchés à l'aide de poudre neutre ; — sectionnés et mis à cicatriser au sec ; — sectionnés et mis à germer ; — enfin, sectionnés et poudrés à l'aide d'hormone « tubertone » (naphthalèneacétamide). Seule la prégermination active la levée, mais aucun de ces différents traitements n'a eu dans ces essais d'action significative sur le rendement.

R. LAIS.

LARSON (R. H.) et ALBERT (A. R.). — **Relations of potato varieties to incidence of physiological internal tuber necrosis.** (Relations entre l'identité des variétés et l'apparition de nécrose physiologique interne des tubercules de pommes de terre). *Amer. Pot. J.*, XXVI, 12, 427-431, 1949.

Après dix années de comptages sur diverses variétés de pommes de terre cutivées dans des sols et des conditions différentes, les auteurs donnent une classification de diverses variétés américaines et anglaises par ordre de résistance à la nécrose interne du tubercule.

Parmi les variétés américaines : *Waseca, Setapa, Placid, Desota, Marygold* et *Triumph* se signalent par leur résistance qui paraît presque totale. Par contre les variétés bien connues *Russet Rural* et *Kathadin* apparaissent très sensibles.

Les variétés anglaises sont toutes plus ou moins atteintes, les moins sensibles étant *King Edward* et *Up to date* et les plus sensibles : *Epieure, Arran, Consul* et *Majestic*.

R. LAIS.

RIEMAN (G. H.), DARLING (H. M.), HOUGAS (R. W.) et ROMINSKY (M.). — **Clonal variations in Chippewa potato variety.** (Variations entre familles de la variété de pomme de terre *Chippewa*). *Amer. Pot. J.*, XXXVIII, 6, 625-631, 1951.

Les auteurs, travaillant sur plusieurs centaines de « familles » de pommes de terre de la variété *Chippewa*, constituées depuis 12 ans, ont cherché les différences morphologiques et physiologiques existant entre ces familles en éliminant le plus possible les variations dues aux conditions extérieures. (Ils appellent « clones » de *Chippewa* ce que nous appelons couramment « familles » en sélection généalogique sanitaire).

Seize familles paraissant posséder des caractères nettement différents ont été testées en essais comparatifs. Les résultats tendent à prouver qu'il existe effectivement des diffé-

rences de rendement et de précocité entre familles. Les essais poursuivis pendant trois ans donnent chaque année sensiblement les mêmes résultats, l'ordre de classement est conservé.

La famille la plus productive rend en 3 ans 559 bushels par acre de moyenne alors que la moins productive rend 458 bushels par acre. La plus petite différence significative étant de 34 bushels.

D'après les auteurs, ces différences entre familles sont restées longtemps méconnues du fait qu'elles étaient imputées uniquement aux maladies à virus.

R. Lais.

Ernould (L.). — **La variabilité comparée de betteraves sucrières diploïdes, mâles stériles et tétraploïdes.** *Publ. Inst. Belge Amél. Bett.*, 3, 139-145, 1951.

Des analyses individuelles effectuées sur plusieurs variétés de betterave sucrière ont permis de calculer les coefficients de variabilité (écart type en pour cent de la moyenne) de ces variétés pour le poids des racines et la richesse saccharine.

La moyenne des coefficients de variabilité du poids de racine est respectivement 40,7, 30 et 22,9 pour des variétés diploïdes, tétraploïdes et pour la lignée américaine mâle stérile 6101. Les coefficients de variabilité de la richesse sont 7,7, 5,8 et 6,4. La variabilité est beaucoup plus grande pour le poids des racines que pour la teneur en sucre. Elle semblerait également plus forte pour les variétés diploïdes commerciales que pour les variétés tétraploïdes.

J. M.

3. — Plantes oléagineuses

Kester (E. B.). — **Minor oil-producing crops of the United States.** (Plantes à huile secondaires des États-Unis). *Econ. Bot.*, V, 1, 38-59, 1951.

L'auteur passe en revue un grand nombre de plantes produisant ou susceptibles de produire de l'huile aux Etats-Unis. Il s'agit soit de plantes vraiment à huile comme l'olivier ou le tournesol, le colza, le carthame, soit surtout de plantes utilisées par l'industrie dont les déchets sont susceptibles d'être traités par l'huilerie : déchets du décorticage des noix, noisettes et amandes, pépins de raisin, pommes, poires, melons, agrumes, tomates, noyaux de pêches, abricots, prunes, déchets des industries des jus de fruits et confitures etc., et même les graines de quelques plantes sauvages. Pour chacun de ces produits, l'auteur indique les régions de production, les teneurs en huile, et leur qualité, le tonnage produit ou qu'il serait possible de produire.

M. R.

4. — Plantes textiles

Kuckuck (H.) et Levan (A.). — **Vergleichende Untersuchungen an diploiden und tetraploiden Leinsippen und an tetraploiden Kreuzungsnachkommenschaften nach vieljahriger Selektion.** (Comparaisons de familles de lins diploïdes et tétraploïdes et de descendances de croisements entre lins tétraploïdes après un certain nombre d'années de sélection). *Züchter*, XXI, 7/8, 195-205, 1951.

Les auteurs exposent et discutent les effets de la polyploïdisation sur six variétés de lin, les modifications intervenues au cours des générations successives ou après croisement de polyploïdes entre eux.

Par polyploïdisation, la variété *Blenda* par exemple, subit une diminution de la longueur de la tige de 39,9 % alors que la variété de lin à huile *Palermo* accuse une augmentation de 42,9 %. Ce phénomène est en accord avec l'hypothèse que dans la région méditerranéenne, d'où provient *Palermo*, l'action sélective du milieu conduit à la production de lins courts alors que c'est l'inverse dans les régions septentrionales. Après polyploïdisation, l'équilibre génique est rompu, la dose quadruple produirait un effet additif plus fort sur les gènes défavorisés par la sélection naturelle. Les auteurs insistent sur la notion d'équilibre génique perturbé après polyploïdisation. Des exemples pris sur *Dahlia variabilis* montrent qu'il y a des allèles qui n'atteignent leur maximum d'action qu'à la dose de 3 et même 4 gènes. D'autres dépassent déjà le seuil à la dose unique.

Il y a bien un équilibre qui doit se rétablir entre le plasma et les génomes, mais, dans les résultats obtenus, la rupture d'équilibre entre gènes explique pour une bonne part les différences d'action : la longueur de la tige se trouve tantôt augmentée, tantôt diminuée ; l'abaissement de la fertilité varie avec la variété ; il en est de même de l'augmentation du poids de 1 000 grains.

Au cours des générations, il y a amélioration de la fertilité et changement dans un sens ou dans l'autre de la longueur de la tige, du nombre de capsules, du poids de 1 000 grains. L'amélioration de la fertilité se fait plus ou moins vite selon les variétés et atteint un seuil plus ou moins élevé. Les plantes n'étant sans doute pas complètement homozygotes, des mutations ont pu intervenir : c'est ce qui explique ces variations.

Les croisements d'autre part introduisent des transgressions pour ces caractères, mais celles-ci n'ont lieu qu'après la F_3 ou la F_4. Les variations d'équilibre génique au cours des générations expliquent en parties ces phénomènes.

F. Pl.

6. — Graminées fourragères

Burton (G. W.). — **The adaptability and breeding of suitable grasses for Southeastern States.** (Faculté d'adaptation et sélection de graminées utilisables pour le Sud-Est des Etats-Unis). *Adv. in Agron.*, III, 197-241, 1951.

L'auteur, après avoir donné les caractères agronomiques généraux de la région considérée indique les facteurs qui doivent être étudiés pour juger une plante : production de semences, possibilités d'association, etc... Il insiste surtout sur les difficultés et les causes d'erreur des méthodes ainsi que sur la nécessité d'une collaboration étroite des agronomes et des zootechniciens.

La valeur nutritive dépend à la fois de la composition chimique et de l'appétance ; cette dernière peut être testée en faisant passer les animaux sur des parcelles et en notant le temps de séjour et la quantité de fourrage absorbée.

Il étudie ensuite l'origine ainsi que l'historique de 17 graminées et en donne une description, en même temps qu'il en indique l'aire d'adaptation, l'emploi et la reproduction. Parmi celles-ci, signalons : *Cynodon Dactylon*, *Paspalum dilatatum*, *Lolium multiflorum*, *Poa pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Stenotaphrum secundatum* et *Festuca arundinacea*. Il est à noter que toutes les variétés sélectionnées en Europe sont peu satisfaisantes pour les Etats-Unis (Sud-Est). On peut se demander si la réciproque est vraie.

C. H.

Koblet (R.). — **Uber die Anlage von Kunstwiesen in hohen Lagen.** (Sur l'établissement de prairies artificielles en régions élevées). *Landwirt. Jahrb. Schw.*, LXIV, 621-665, 1950.

Reprenant les essais entrepris par Stebler et Schroter, puis Stebler et Volkart, l'auteur a étudié le comportement de diverses espèces ou variétés fourragères, aux altitudes suivantes : 912 m, 1160 m et 1855 m.

Jusqu'à 1 000 m, *Fromental* et *Ray-grass* donnent de très bons résultats ; au delà, les graminées suivantes arrivent à s'établir : *Fléole*, *Fétuque des prés*, *Avoine jaunâtre*, *Vulpin*, *Pâturin*, *Fétuque rouge*, *Agrostide blanche*, les espèces demi-tardives ou tardives donnant les meilleurs résultats.

Les types demi-tardifs de *Trèfle violet* : *Göta*, *Pajberg*, *Däno*, *Trifolium*, donnent de bons rendements aux endroits où une seule coupe est possible, au cours de l'année, alors que les types demi-précoces (*Mattenklee*), sont préférables dans les zones où deux coupes peuvent être faites.

Le *trèfle hybride* est toujours moins productif que le *trèfle violet* et seules les origines Nord de l'Europe hivernent bien.

Les *lotiers* de provenance hongroise et française se maintiennent, mais sont peu productifs en altitude.

J. Re.

Newell (L. C.). — **Controlled life cycles of Brome grass,** *Bromus inermis* **Leyss used in improvement.** (Cycles végétatifs contrôlés du Brôme inerme, utilisés pour sa sélection). *Agron. J.*, XLIII, 9, 417-424, 1951.

La Station Expérimentale du Nebraska a recherché les conditions optima nécessaires à l'obtention rapide en serre de graines de Brôme inerme. Pour les jeunes semis, comme pour des clônes transplantés en serre, les conditions favorables à la floraison se situent au voisinage des conditions hivernales en champ. Les jours longs et les hautes températures déterminent l'allongement des extrémités des feuilles, mais abaissent le nombre de tiges fertiles et le nombre de feuilles par plante. La rapidité de croissance des inflorescences peut être augmentée par un apport d'azote. La combinaison des facteurs : température, lumière, engrais minéral doit permettre d'obtenir des graines sur des semis de 6 mois.

L. Fx.

THAINE (R.) et HEINRICHS (D. H.). — **The effects of clipping frequency on the productivity and root development of Russian wild rye.** (*Elymus junceus* Fisch.) **in the greenhouse.** (Effets des coupes fréquentes sur la productivité et le développement radiculaire d'*Elymus junceus* cultivé en serre). *Sci. Agric.*, XXI, 7, 316-322, 1951.

Elymus junceus est une plante convenant bien aux pacages intensifs des pâtures canadiennes et aux sols secs. La station expérimentale de Swift Current (Sask.), a effectué des études sur la productivité de cette espèce lorsqu'elle est soumise à différents modes d'exploitation. Les essais furent conduits en serre, avec un lot de graines commerciales semé en novembre 1949. L'exploitation des plantes en coupes fréquentes a débuté fin avril 1950 à raison de 3 plantes par traitement. Cinq traitements furent considérés : sans coupe, coupe à la floraison, coupes toutes les 3 semaines, puis toutes les 2 semaines et chaque semaine. Les facteurs étudiés furent : teneur des feuilles en protéine, poids frais de chaque coupe, et, en fin de saison, les souches avec racines furent pesées. Le rendement total en fourrage décroît régulièrement avec un nombre croissant de coupes. Les plantes non coupées (touffe et souche), pesaient 79,7 g alors que les plantes soumises à 17 coupes pesaient 9,5 g. La productivité totale en protéine est maximum pour les plantes soumises à 6 coupes (de 3 semaines en 3 semaines) et représente une fois et demie la valeur protéine de la plante récoltée au stade « fauche ». La teneur en protéine semble décroître au mois de juillet. L'étude des racines, qui a porté sur la teneur en réserves sucrées par gramme de matière fraîche (méthode d'*Ekelund*), semble montrer que les coupes fréquentes réduisent énormément ces réserves.

L. Fx.

VICAR (Mac R. M.) et GIBSON (D. R.). — **Effect of sources of nitrogen, rates of application and method of application on seed production of orchard grass.** (Effet de la forme d'Azote, du taux et de la méthode d'application sur la production de graines chez le Dactyle). *Sci. Agric.*, XXXI, 9, 399-412, 1951.

Cinq sortes d'engrais azotés : sulfate d'ammoniaque, nitrates de soude et d'ammoniaque, cyanamide calcique, urée, ont été appliqués soit en une seule fois, soit par fractions à des doses correspondant à 20, 40, 80, 160 et 320 kg d'azote à l'hectare.

Relativement à la production de graines du Dactyle, les conclusions suivantes peuvent être tirées :

1° La nature de l'engrais utilisé semble être sans effet.

2° Le rendement est accru de 35 % par application de doses égales ou supérieures à 80 kg d'azote à l'hectare.

3° Il n'y a aucun avantage à fragmenter les applications d'engrais.

4° Le poids de 1 000 graines subit, en fonction des fumures les mêmes modifications que le rendement.

5° L'application d'une fumure azotée n'a pas d'influence sur le nombre de tiges épiées, et sur leur taille.

6° Il existe une corrélation significative entre rendement en matières sèches et en graines, le rendement en matières sèches étant accru par les apports d'azote.

J. RE.

9. — Plantes horticoles

WARNE (L. G. G.). — **Spacing Experiments on vegetables. IV. The yield of globe beet grown at twelve spacings and two manurial levels, in Cheschire, 1948.** (Essais d'écartement sur plantes potagères. IV. Rendement de betterave globe cultivée à douze écartements et fumée à deux intensités, au Cheschire en 1948). *J. Hort. Sci.*, XXVI, 4, 296-303, 1951.

Compte tenu des grandes variations de peuplement, existant entre différentes régions, pour la culture des betteraves potagères (de 110 à 850 000 pieds à l'hectare) : la Station Expérimentale du Cheschire entreprit en 1948 des essais de densité de population avec la variété « *Crimson globe* ». Les facteurs étudiés étaient : rendement en poids, rapport des poids : bouquet foliaire et racine, et enfin, forme des racines obtenues. Les 12 peuplements utilisés s'échelonnent de 130 à 600.000 pieds à l'hectare par le jeu de 4 espacements de ligne : de 25 à 50 cm et de 3 distances sur la ligne : 5, 10 et 15 cm. De plus, l'une des parties était semée sans engrais et l'autre sur des parcelles ayant reçu des engrais minéraux. Les engrais eurent une influence nette mais surtout pour les densités de semis les plus fortes. Les densités faibles produisent un fort pourcentage de betteraves trop volumineuses. Le poids maximum de betteraves vendables est atteint avec 280 000 betteraves à l'hectare, mais au-dessus de 600.000 à l'hectare, celles-ci n'arrivent plus à une taille commercialisable.

L. Fx.

TABLE DES MATIÈRES

MÉMOIRE ORIGINAUX

Parus dans les *Annales de l'Amélioration des Plantes* 2eme année, 1952

Diehl (R.). — Quelques aspects de la résistance au froid chez les céréales d'hiver. I, 257
Geslin (H.) et **Vernet (A.).** — Maturation du blé et climat..... II, 253
Grillot (G.) et **Cazal (Mlle L.).** — Note sur la fécondation du blé et la conservation des variétés..... IV, 645
Guyot (L.) et **Massenot (M.).** — Observations et expérimentations sur la rouille noire des céréales ..... III, 507
Hédin (L). et **Lefebvre (J. M.).** — Recherches sur la caractérisation chimique d'espèces ou de variétés de plantes fourragères et prairiales (1er *Mémoire*) I, 55
Hugues (P.), Denoy (J.) et **Ferret (M.).** — Étude d'une prairie de fauche irriguée en Crau. Évolution de la flore et variations du rendement sous l'influence de diverses fumures minérales..... IV, 539
Jonard (P.), Koller (J.) et **Vincent (A.).** — Évolution de la tige et de l'épi chez la variété de blé *Vilmorin 27*, au cours de la période de reproduction.. I, 31
Linder (R.). — L'incompatibilité dans *Œnothera Missouriensis* Sim..... II, 189
Longchamp (R.), Roy (M.) et **Gautheret (R. J.).** — Nouvelles recherches sur l'action de quelques hétéro-auxines désherbantes sur les céréales..... I, 117
Longchamp (R.), Roy (M.) et **Gautheret (R. J.).** — Action de quelques hétéro-auxines sur la morphogénèse des céréales ..... II, 305
Longchamp (R.), Roy (M.) et **Gautheret (R. J.).** — Remarques sur l'action du 2-4-D et du M.C.P.A. sur *Chrysanthemum segetum L.*..... II, 329
Longchamp (R.), Roy (M.) et **Gautheret (R. J.).** — Recherches sur les modifications du rendement des céréales par les hétéro-auxines désherbantes.. IV, 669
Margara (J.). — Comportement des variétés de betteraves sucrières à l'égard du *Cercospora*. Problèmes que pose l'obtention de types résistants..... II, 215
Rebischung (J.) et **Karska (Mlle K.).** — Étude de la valeur systématique de quelques caractères observables sur le grain et les plantules de blé tendre III, 1
Rebischung (J.), Félix (L.), Thomas (M.), Demarly (Y.) et **Kerguelen (M.).** — Comportement de deux espèces de graminées fourragères exploitées suivant des rythmes différents ..... III, 473
Rémy (P.). — Le rôle du tégument des graines d'arbres fruitiers dans leur germination. (Genre *Prunus*)..... II, 347
Schad (C.), Solignat (G.), Grente (J.) et **Vénot (P.).** — Recherches sur le châtaignier à la Station de Brive ..... III, 369
Simonet (M.). — Sur l'étude méiotique des hybrides *Aegilops ventricosa* avec des *Triticum* tétraploïdes et de leurs hybrides *Ae. ventricosa* × *T. durum* et *Ae ventricosa* × *T. dicoccum* avec *Triticum vulgare*..... II, 175
Simonet (M.). — Sur le méiose de quelques hybrides entre espèces tétraploïdes d'Iris ..... IV, 665
Stehle (H.). — Relations entre les exigences écologiques des plantes fourragères et les types de pâtures et savanes dans l'archipel Caraïbe..... II, 337
Tavernier (J.) et **Jacquin (P.).** — Études sur un verger breton de variétés américaines de pommes de table ..... II, 231
Tsvetoukhine (V.). — Le Sarrasin et ses possibilités d'amélioration..... I, 99
Vincent (A.), Ponchet (J.) et **Koller (J.).** — Recherche de variétés de blé tendre peu sensibles au Piétin verse ; résultats préliminaires..... III, 459

TABLES PAR NOMS D'AUTEURS

(Les noms composés en corps gras rappellent les mémoires originaux)

AHLGREN (G. H.) et FUELLEMAN (R. F.), 535.
AHLGREN (H. L.), SUND (J. M.), ZEHNER (C. E.), ALLEN (N. N.) et GRAUL (E. J.), 528.
AITKENS (P. R.), FISHER (M. H.) et ANDERSON (J. A.), 709.
AKERMAN (A.), 527.
ANDRÉ (E.) et MAILLE (M.), 534.
ANONYME, 166.
ANONYME, 173.
ANONYME, 531.
APPLETON (J. M.) et WYND (F. L.), 158.
ARCHIMOVISTCH (A.), 164.
ARMIGER (W. H.), CLARK (K. G.), LUNDSTROM (F. O.) et BLAIR (A. E.), 353.
ARMSTRONG (D. C.), COOK (K.) et THOMAS (B.), 356.

BAERECKE (M. L.), 164.
BARNETT (J. A.) et MILLER (J. B.), 356.
BAUMAN (L. F.), JUGENHEIMER (R. W.), WOODWORTH (C. M.), ALEXANDER (D. E.) et KŒHLER (B.), 357.
BIGNOLI (D. P.), 362.
BINGEFORS (S.), 363.
BJORKMAN (S. O.), 351.
BŒKER (P.), 364.
BŒRGER (A.), 167.
BONDE (R.) et ULERRIAM (D.), 710.
BOUBALS (D.) et HUGLIN (P.), 172.
BOYLE (R. H.), 166.
BRIGGS (F. N.) et HOLTON (C. S.), 161.
BROWN (W. O.), 160.
BUNTING (E. S.) et BLACKMANN (G E.), 534.
BURTON (G. W.), 169, 713.
BYWATER (T. L.), 158.

CAPUCCI (C.), 365.
CARDER (A. C.) et HANSON (A. A.), 528.
CAREY (J.), 173.
CHAPIN (W. E.), HAFENRICHTER (A. L.) et LAW (A. G.), 366.
CHOLLET (M. M.), 709.
CLOASEN (C. F.), EKDALL (W. G.) et SEVERSON (G. M.), 165.
CLARK (B. E.), 157.
CLAYTON (E. E.), 156.
CORKILL (L.), 169.
COSSU (A.), 536.
COVAS (G. et SCHNACK (B.), 357.
COWLISHAW (S. J.), 537.
CRAFT (C. C.) et HEINZE (P. H.), 361.

DARBY (J. F.) et LARSON (R. H.), 711.
DAVIES (R. O.), MILTON (W. E. J.) et LLOYD (J. R.), 364.
DAVIS (A. G.), 159.
DAWSON (J. E.) et MUSGRAVE (R. B.), 160.
DE HAAN (H.), 357.
DICKEY (H. C.), PLUMMER (B. E.) et BANTON (J. J.), 367.
Diehl (R.), 257.
DUNGAN (G. H.) et GAUSMAN (H. W.), 358.
DUSSUREAUX (L.), 535.

ELLISON (J. H.), JACOB (W.) et CUNNINGHAM (H. S.), 533.
EMSWELLER (S. L.) et STEWART (R. N.), 155.
ERNOULD (L.), 712.
EVANS (T. A.), 169.
EWING (J. A.), 159.

FRISCHKNECHT (N. C.), 170.
FROLIK (E. F.) et MORRIS (R.), 358.

GALET (P.), 366.
Geslin (H.) et **Vernet (A.)**, 253.
GORMAN (L. W.) et GREENWOOD (R. M.), 536.
GOSTA JULEN, 536.
GREENSHIELD (J. E. R.), 167.
GREER (E. N.), 530.
GREGOR (J. W.) et CONNELL (D. W.), 528.
GREGOR (J. W.) et LANG (J. M. S.), 527.
GRIFFITHS (D. J.), 170.
Grillot (G.) et **Cazal (Mlle L.)**, 645.
GRUMMER (G.), 535.
GRUN (P.), 167.
GUYOT (L.) et MASSENOT (M.), 507.

HANNA (W. F.), PETERSON (R. F) et ANDERSON (J. A.), 708.

HANSON (E. W.), AUSEMUS (E. R.) et STAKMAN (E. C.), 531.
HANSON (W. D.) et KRAMER (H. H.), 352.
HARDENBURG (E. V.), 711.
HARTLEY (W.), 157.
HAWTHORN (L. R.) et POLLARD (L. H.), 366.
Hédin (L.) et **Lefebvre (J. M.)**, 55.
HENRIET (J.), 354.
HENSEN (J. R.) et BACHOLTZ (K. P.), 358.
HERSCHEL ROMAN et ULLSTRUP (A. J.), 358.
HERSKOWITT (I. H.), 155.
HERTZSCH (W.), 363.
HOLMES (W.), WAITE (R.), FERGUSSON (D. L.) et CAMPBELL (J. L.), 354.
HOYMAN (W. G.), 533.
Hughes (P.), Denoy (Y.) et **Ferret (M.)**, 539.
HYDE (E. O. C.), 157.

JAHNL (G.), 361.
JENSEN (N. F.), 532.
JOHNSON (T.), PETURSON (B.), BROWN (A. M.) et GREEN (G. J.), 531.
JONARD (P.), 351.
Jonard (P.), Koller (J.) et **Vincent (A.)**, 31.
JONES (D. F.), 353, 359.
JONES (M.) et BROWN (J. G.), 351.
JONES (W.), 538.

KELLER (W.) et PETERSON (M. L.), 527.
KESTER (E. B.), 712.
KIVIMÆ (A.), 168.
KLAPP (E.), 170, 528.
KOBLET (R.), 363, 713.
KONZAK (C. E.), RANDOLPH (L. F.) et JENSEN (N. F.), 707.
KOO (K. S.) et AUSEMUS (E. R.), 161.
KUCKUCK (H.) et LEVAN (A.), 712.
KUNKEL (R.), GREGORY (J.) et BINKLEY (A.), 709.

LANCASTER (R. J.), 367.
LANE (G. R.), 155
LARSON (R. M.) et ALBERT (A. R.), 711.
LENG (E. R.), 359.
LEWICKI (S.), 356.
LEWIS (C. A.), 366.
LEWIS (D.), 525.
Linder (R.), 189.
LINSKENS (H. F.), 526.
Longchamp (R.), Roy (M.) et **Gautheret (R. J.)**, 117, 305, 329.
LONNQUIST (J. H.), 162, 708.
LORENZO-ANDREU (A.), 352.
LOVE (A.), 537.

MACDONALD (E. D.), KALTON (R. R.) et WEISS (M. G.), 537.
MACHACEK (J. E.), CHEREWIK (W. J.), MEAD (H. W.) et BREADFOOT (W. C.), 532.
MAC KEY (J.), 161.
MALCOLM (J. P.), 162.
Margara (J.), 215.
MARTIN (J.) et REYNTENS (N.), 161.
MORGAN (D. T.) et RAPPLAYE (R. D.), 352.
MULLER-STOLL (W. R.), 172.
MUNTZING (A.), 360.

NEWELL (L. C.), 713.
NYGREN (A.), 352.

PAATELA (J.), 354.
PARKS (N. M.), 368.
PEARCE (S. C.), 158.
PEARSON HUGHES (G.), 529.
PEARSON HUGHES (G.) et DAVIS (A. G.), 529.
PEARSON HUGHES (G.) et EVANS (T. A.), 530.
PERSSON (B.), 535.
PIACCO (R.), 360.
PICKETT (R. C.), 171.
PIETERS (A. J.), HENSON (P. R.), ADAMS (W. E.) et BARNETT (A. P.), 363.
POMA TRECCANI (C.), 172, 173, 173.
PONCE (J.) et ZULUAGA (P. A.), 365.
POPP (W.), 709.
POURCHARESSE (P.), 173.
PRITCHETT (W. L.) et NELSON (L. B.), 362.
PROCTER (J.) et LEWIS (A. H.), 355.
PRYOR (R. L.), 367.
PUGSLEY (A. T.), 710.

RAPIN (J.) et TERRIER (Ch.), 710.
RAYMOND (W. F.), 531.
Rebischung (J.) et **Karska (Mlle K.)**, 1.
Rebischung (J.), Félix (L.), Thomas (M.), Demarly (Y.) et **Kerguelen (M.)**, 473.
Rémy (P.), 347.
RICHARDSON (L. T.) et RACICOT (H. N.), 534.
RICHEY (F. D.), 162.
RIEMAN (G. H.), DARLING (H. M.), HOUGAS (R. W.) et ROMINSKY (M.), 711.
RŒMER (T. H.), 164.
ROLLINS (R. C.) et CATCHESIDE (D. G.), 525.
ROSALIND MORRIS (M.), 361.
ROTHE (H.), 525.
RUPERT (J. A.), 532.

SANCHEZ-MONGE (E.), 156.
Schad (C.), Solignat (G.), Grente (J.) et **Venot (P.)**, 369.
SCHIEBLICH (J.), 363.
SCHIEMANN (E.), 707.
SCHLŒSSER (L. A.), 534.
SCHRŒDER (C. A.), 367.
SCHWANITZ (F.), 165.
SEARS (P. D.), 171.
SHACKLADY (C. A.) et NEWBOUND (P.), 159.
SHAW (R. H.) et THOM (H. C. S.), 359.
Simonet (M.), 175, 665.
SLOATS (M.) et STRYCKERS (J.), 530.
SMITH (D.), 168, 168.
SMITH (D.) et GRABER (L. F.), 536.
SMITH (D. C.) et NIELSEN (E. L.), 171.
SMITH (H. H.), 156.
Stehle (H.), 337.

STELZNER (G.) et TORKA (M.), 361.
STEPPLER (H. A.), 365.
STERLING (I. D. E.), 367.
STOKES (P.) et VERKERK (K.), 526.
STRAND (E.), 532.
STRINGFIELD (G. H.), 163.
SUCKLING (F. E. T.), 355.
SZYMANEK (J.), 166.

Tavernier (J.) et **Jacquin (P.)**, 231.
THAINE (R.) et HEINRICHS (D. H.), 714.
THOMAS (B.) et ARMSTRONG (R. H.), 365.
THOMSON (J. R.), 363.
THOMSON (R.), 536.
TIVER (N. S.) et CROCKER (R. L.), 157, 527.
TJIO (J. N.) et HAGBERG (A.), 156.
TOXOPEUS (J.), 362.
Tsvetoukhine (V.), 99.

UPCHURCH (R. P.) et LOVVORN (R. L.), 536.

VACHHANI (M. V.), 707.
VERDEYEN (J.), 159.
VICAR (Mac R. M.) et GIBSON (D. R.), 714.
Vincent (A.), Ponchet (J.) et **Koller (J.)**, 459.
VIOLET (M. Koski), 526.

WAITE (R.), HOLMES (W.), CAMPBELL (J. I.) et FERGUSSON (D. L.), 355.
WARMKE (H. E.), 171.
WARNE (L. G. G.), 714.
WATKINS (J. M.) et LEWY VAN SEVEREN (M.), 355.
WEAVER (R. J.) et WILLIAMS (W. O.), 366.
WEISS (M. G.), TAYLOR (L. H.) et JONHSON (I. J.), 538.
WELHANSEN (E. J.), ROBERTS (L. M.) et HERNANDES (E. Y.), 360.
WELLS (D. G.), 174.
WELSH (J. N.) et JOHNSON (T.), 533.
WESTER (R. E.) et JORGENSEN (H.), 174.
WILLIAMS (C. B.), 353, 526.
WILLIAMS (S. S.), 538.
WILLIAMS (W.), 168.
WORTMAN (L. S.) et RINKE (E. H.), 710.

ZURN (F.), 160, 168, 356.

TABLE MÉTHODIQUE DES PUBLICATIONS ANALYSÉES

GÉNÉRALITÉS

1. — Cytologie

Bjorkman (S. O.). — Études chromosomiques chez les *Agrostis* 351
Emsweller (S. L.) et **Stewart (R. N.).** — L'identification cytologique d'un hybride interspécifique de *Lilium* 155
Herskowitt (I. H.). — Les bases génétiques des mutations létales récessives induites par les rayons X 155
Jones (M. D.) et **Brown (J. G.).** — Cycles de pollinisation de quelques graminées dans l'Oklahoma 357
Konzak (C. F.), Randolph (L. F.) et **Jensen (N. F.).** — Culture d'embryons chez un hybride interspécifique d'orge 707
Lane (G. R.). — Traitement fractionné aux rayons X et fragmentation chromosomique 155
Lewis (D.). — Structure du gène d'incompatibilité. III. Types de mutations induites et spontanées 525
Lorenzo-Andreu (A.). — Action de divers sels alcalins sur la division cellulaire d'*Allium cepa* 352
Morgan (D. T.) et **Rappleye (R. D.).** — Polyembryonie chez le Maïs et le Lis après l'action des rayons X sur le pollen 352
Nygren (A.). — Études expérimentales sur les plantes alpines Scandinaves. II. Sur l'origine de l'espèce Groenlandaise *Melandrium triflorum* 352
Rollins (R. C.) et **Catchside (D. G.).** — Notes sur quelques techniques d'obtention de ségrégation génétique dans les lignées apomictiques de *Parthenium argentatum* 525
Rothe (H.). — Analyse morphologique, ontogénique et génétique d'une mutation à manifestation variable d'*Anthirrhinum majus L* 525
Sanchez-Monge (E.). — La stabilité des isochromosomes 156
Tjio (J. N.) et **Hagberg (J. G.).** — Études cytologiques de mutations provoquées par les rayons X chez l'orge 156
Vachhani (M. V.). — Étude des relations entre des protubérances visibles sur les chromosomes et certains caractères agronomiques et morphologiques de lignées de Maïs 707

2. — Génétique

Clayton (E. E.). — La stérilité mâle chez le tabac 156
Hanson (W. D.) et **Kramer (H. H.).** — Détermination des intensités de linkage à partir des données génétiques des F_3 et F_2, à propos d'un interchange chromosomique de l'orge 352
Jones (D. F.). — Rapport entre plasmagènes et chromogènes dans la production de pollen chez le maïs 353
Schiemann (E.). — Nouvelles acquisitions à propos de l'histoire des céréales cultivées 707
Smith (H. H.). — Variation des réactions photopériodiques résultant d'un transfert de gène interspécifique 156
Williams (C. B.). — La variabilité, caractère mesurable d'une population animale ou végétale 353

3. — Physiologie

Clark (B. E.). — Nature et causes d'anomalies dans la germination de graines d'oignon 157
Hyde (E. D. C.). — Méthodes pour déterminer la viabilité de différentes semences par le tétrazolium colorant. I. *Festuca rubra* 157
Linskens (H. F.). — Recherches sur la modification du comportement physiologique des semences de blé et d'orge après des bains dans l'eau chaude 526
Stokes (P.) et **Verkerk (K.).** — Formation des fleurs chez les choux de Bruxelles. 526
Violet M. Koski. — La formation de chlorophylle dans les plantules de maïs 526

4. — Écologie

Hartley (W.). — Répartition à travers le globe des tribus de graminées en relation avec les facteurs historiques et écologiques 157
Keller (W.) et **Peterson (M. L.).** — Pâtures irriguées 527
Tiver (N. S.) et **Crocker (R. L.).** — Les pâtures du Sud-Est de l'Australie méridionale dans leurs rapports avec le climat, les sols et leur évolution 157

5. — Systématique

Gregor (J. W.) et **Lang (J. M. S.).** — Variations de la taille et du port des plantes à l'intérieur de population de plantain maritime 527

6. — Statistique

Pearce (S. C.). — L'interprétation d'essais d'uniformité 158

7. — Sélection

Akerman (A.). — L'association suédoise de production de semences, organisation, méthodes et résultats en ce qui concerne la sélection des plantes 527
Hanna (W. F.), Peterson (R. F.) et **Anderson (J. A.).** — Comment les nouvelles variétés de blé sont-elles testées ? 708
Koblet (R.). — Sur l'établissement de prairies artificielles en régions élevées 713

8. — Techniques culturales

Ahlgren (H. L.), Sund (J. M.), Zehner (C. E.), Allen (N. N.) et **Graul (E. J.).** — Comparaisons des prairies permanentes aux pâtures resemées dans les prairies labourables 528
Appleton (J. M.) et **Wynd (E. L.).** — Étude préliminaire des possibilités d'application du concept de rendement proportionnel à la réaction des fourrages à l'irrigation 158
Armiger (W. H.), Clark (K. G.), Lundstrom (F. O.) et **Blair (A. E.).** — Formes d'Urée : études en serre sur le Ray-grass anglais 353
Bywater (T. L.). — La place des cultures fourragères dans l'assolement 158
Carder (A. C.) et **Hanson (A. A.).** — Le mélilot et les sols gris forestiers de la région de Peace-River 528
Davis (A. G.). — Essais de prairies dans les Cotswolds 159
Ewing (J. A.). — Pâture irriguée pour vaches laitières 159
Gregor (J. W.) et **Connell (D. W.).** — L'herbe en temps que concentré de protéines pour pâture complémentaire 528
Henriet (J.). — Chimie des herbicides à bases de l'acide 2-4, dichlorophénoxyacétique 354
Holmes (W.), Waite (R.), Fergusson (D. L.), Campbell (J. I.). — Étude sur le système de pâturage. I. Comparaison de la production obtenue avec des vaches laitières 354

Klapp (E.). — Rendement, enracinement et repousse d'un gazon soumis à des fauches, à des pâtures de fréquence variable..... 528
Paatela (J.). — Hormones synthétiques et lutte contre les mauvaises herbes dans les cultures de lin à huile..... 354
Pearson Hughes (G.). — Le rendement saisonnier de pâtures semées avec des mélanges simples..... 529
Pearson Hughes (G.) et **Davis (A. G.).** — Le développement de prairies semées avec des mélanges simples à différentes densités et soumises à divers régimes d'exploitation et deux traitements..... 529
Pearson Hughes (G.) et **Evans (T. A.).** — Réactions d'une culture fourragère pour moutons aux fumures au sulfate d'ammoniaque. II. Effets sur la composition chimique du fourrage 530
Procter (J.) et **Lewis (A. H.).** — Un essai sur la productivité des cultures fourragères temporaires fauchées 355
Shacklady (C. A.) et **Newbond (P.).** — Recherche d'un projet de production de prairies temporaires pour séchage artificiel..... 159
Sloats (M.) et **Stryckers (J.).** — Amélioration de la flore de nos prairies. II. Recherches de la période optimale d'utilisation des substances de croissances synthétiques comme les herbicides sélectifs 530
Suckling (F. E. T.). — Lutte entre graminées et trèfles resemées sur pâtures pauvres 355
Verdeyen (J.). — Le problème de la fumure des prairies pâturées..... 159
Waite (R.), Holmes (W.), Campbell (J. I.), Fergusson (D. L.). — Études sur le mode d'exploitation des pâtures. II. Quantité et composition chimique de l'herbe consommée par des vaches laitières en pâture très intensive et en rotation.. 355
Watkins (J. M.) et **Lewy van Severen (M.).** — Effet de la fréquence et de la hauteur des coupes sur le rendement et la teneur en protéine de quelques fourrages du San Salvador..... 355
Zurn (F.). — Quand doit-on semer trèfles et graminées fourragères 356
Zurn (F.). — Essais sur la fumure pratique des prairies..... 160

9. — Technologie

Armstrong (D. C.), Cook (K.) et **Thomas (B.).** — Teneurs en lignine et en cellulose de certaines espèces de prairies, à différents stades de croissance..... 356
Barnett (J. A.) et **Miller (J. B.).** — Études sur la teneur en azote soluble d'échantillons desséchés de sillage de graminées 356
Brown (W. O.). — Composition et qualité des ensilages de graminées faits en Irlande du Nord 160
Chollet (M. M.). — Saccharose et raffinose dans la betterave..... 709
Dawson (J. E.) et **Musgrave (R. B.).** — Effets de l'humidité potentielle sur l'apparition de moisissures dans le foin 160
Greer (E. N.). — Valeur meunière et boulangère de divers blés cultivés dans le pays 530
Kunkel (R.), Gregory (J.) et **Binkley (A.).** — Procédé mécanique paraissant intéressant, capable de différencier en groupes de densité différente les tubercules de pommes de terre, en vue de la fabrication industrielle des pommes de terre frites 709
Martin (J.) et **Reynstens (N.).** — Utilisation de l'acide sulfamique dans l'ensilage. 161
Raymond (W. F.). — Le problème de l'estimation de la valeur nutritive d'un herbage 531

CULTURES SPÉCIALES

1. — Céréales

Aitken (T. R.), Fisher (M. H.) et **Anderson (J. A.).** — La qualité des variétés australiennes de blé cultivées au Canada 709
Anonyme. — Les blés canadiens de l'année 1951. Rapport sur les teneurs en protéine des blés en 1951 531
Baumann (L. F.), Jugenheimer (R. W.), Woodworth (C. M.), Alexander (D. E.) et **Koehler (B.).** — Essais de maïs hybride en 1950..... 357
Briggs (F. N.) et **Holton (C. S.).** — Réaction de variétés de blé dont les gènes de résistance à diverses races de carie *Tilletia caries* et *T. Foetida* sont connus. 161

Covas (G.) et **Schnack (B.)**. — Hybridation interspécifique dans le genre *Hordeum*. *H. H. Compressum* × *H. californicum* 357
De Haan (H.). — L'amélioration de l'orge en Angleterre et en Irlande..... 357
Dungan (G. H.) et **Gausmann (H. W.)**. — Écimage du maïs pour retarder son développement..... 358
Frolik (E. F.) et **Morris (R.)**. — Effets de Xénie causés par du pollen de maïs irradié dans un réacteur nucléaire..... 358
Hanson (E. W.), Ausemus (E. R.) et **Stakman (E. C.)**. — Résistance variétale de blés de printemps aux fusarioses..... 531
Hensen (J. R.) et **Bacholtz (K. P.)**. — Réaction à la germination et au stade plantule de quelques lignées autofécondées de maïs au 2-4-D..... 358
Herschel Roman et **Ullstrup (A. J.)**. — Emploi des translocations A-B pour localiser des gènes du Maïs 358
Jensen (N. F.). — L'oïdium de l'orge. Études des diminutions de rendement et de l'hérédité de la résistance à la maladie..... 532
Johnson (T.), Peturson (B.), Brown (A. M.) et **Green (G. J.)**. — Races physiologiques de rouilles sur céréales au Canada, en 1951..... 531
Jones (D. F.). — Maïs hybride..... 359
Kester (E. B.). — Plantes à huile secondaire des États-Unis..... 712
Koo (K. S.) et **Ausemus (E. R.)**. — Hérédité de la résistance à la rouille noire dans des croisements entre Timstein, Thatcher, Newthatch et Mida..... 161
Leng (E. R.). — Étude du développement de la panicule mâle dans les lignées. 359
Lewicki (S.). — Étude sur la vernalisation des plantes..... 356
Lonnquist (J. H.). — Effet de sélection pour la faculté d'association à l'intérieur de lignées de maïs en ségrégation..... 162
Lonnquist (J. H.). — Modification de la faculté d'association des lignées de maïs par sélection récurrente..... 708
Machacek (J. E.), Cherewik (W. J)., Mead (H. W.) et **Breadfoot (W. C.)**. — Étude de quelques maladies des graines de céréales au Canada. II. Espèces cryptogamiques, leur fréquence sur graines de céréales..... 532
Mac Key (J.). — Essais de Neutrons et de rayons X sur l'orge..... 161..
Malcolm (J. P.). — Classification des variétés d'orges en Nouvelle-Zélande..... 162
Muntzing (A.). — Propriétés cyto-génétiques et intérêt pratique du seigle tétraploïde. 360
Piacco (R.). — Histoire des variétés de riz cultivées en Italie..... 160
Popp (W.). — Infection des semences et plantules d'orge et de blé en rapport avec le développement du charbon 709
Pugsley (A. T.). — Cinquante ans d'amélioration du blé en Australie..... 710
Rapin (J.) et **Terrier (Ch.)**. — La carie naine du froment..... 710
Richey (F. D.). — Amélioration du maïs..... 162
Rosalind Morris (M.). — Étude génétique et cytologique de la compatibilité et de ses relations avec l'hétérostylie chez le sarrasin *Fagopyrum sagittatum*..... 361
Rupert (J. A.). — La résistance aux rouilles dans le programme d'amélioration du blé au Mexique 532
Shaw (R. H.) et **Thom (H. C. S.)**. — Étude de la période floraison-maturité du maïs 359
Strand (E.). — Essais sur variétés de blé d'hiver dans le Sud-Est de la Norvège pendant les 12 années de la période 1937-38 à 1948-49..... 532
Stringfield (G. H.). — Hétérozygotie et vigueur hybride chez le Maïs..... 163
Welhausen (E. J.), Roberts (L. M.), Hernandes (E. Y.). — Les variétés de maïs. mexicaines 360
Welsh (J. N.) et **Johnson (T.)**. — La source de la résistance et de l'hérédité de la réaction à 12 races physiologiques de rouille noire..... 533
Wortman (L. S.) et **Rinke (E. H.)**. — Importance et nature des altérations physiques des graines de maïs à divers stades de leur conditionnement et effets de ces altérations sur l'épreuve de tolérance au froid, à la germination..... 710

2. — Plantes sarclées

Archimovistch (A.). — Le contrôle de la pollinisation chez la betterave à sucre... 164
Baerecke (M. L.). — Expériences sur *Physalis floridana* Ryde et *Physalis angulata* L. en tant que plantes tests pour le virus de l'enroulement de la pomme de terre. 164
Bonde (R.) et **Ulerriam (D.)**. — Étude sur les différents modes de dissémination du virus du *Spindle-tuber* par inoculation mécanique..... 710
Craft (C. C.) et **Heinze (P. H.)**. — Relations entre le poids spécifique et le poids proprement dit de chaque tubercule pendant la dernière récolte..... 361

Darby (J. F.) et **Larson (R. H.)**. — Différents degrés de virulence chez diverses souches de virus Y de la pomme de terre..... 711
Ellison (J. H.), Jacob (W.) et **Cunningham (H. S.)**. — Action du sol sur la gale, commune des tubercules chez certaines variétés de pommes de terre de résistance différente 533
Ernould (L.). — La variabilité comparée de betteraves sucrières diploïdes, mâles-stériles et tétraploïdes 712
Hardenburg (E. V.). — Effets produits par différents modes de préparation des plants de pommes de terre..... 711
Hoyman (W. G.). — Méthode d'indexage du virus X sur tubercules de pommes de terre en utilisant le jus extrait du pétiole ou du tubercule..... 533
Jahnl (G.). — Résultats des essais sur la pomme de terre de l'année 1949..... 361
Larson (R. H.) et **Albert (A. R.)**. — Résistances variétales chez la pomme de terre à la nécrose physiologique interne des tubercules..... 711
Richardson (L. T.) et **Racicot (H. N.)**. — Efficience comparée de l'indexage et de la plantation de tubercules sélectionnés en isolement, pour la sélection sanitaire des plants de pommes de terre..... 534
Rieman (G. H.), Darling (H. M.), Hougas (R. W.) et **Rominsky (M.)**. — Variations entre familles de la variété de pommes de terre *Chippewa*..... 711
Rœmer (T. H.). — Expérimentation variétale des betteraves sucrières en Allemagne depuis 1920..... 164
Schlœsser (L. A.). — Période d'infection et réduction de récolte sur des betteraves atteintes de jaunisse 534
Stelzner (G.) et **Torka (M.)**. — *S. macolae*, une nouvelle pomme de terre sauvage résistante au Doryphore..... 361
Toxopeus (J.). — Rôle de la résistance au doryphore chez les Solanées tubérifères sauvages dans l'obtention d'une variété commerciale résistante..... 362

3. — Plantes oléagineuses

André (E.) et **Maille (M.)**. — Contribution à l'étude des essences sulfurées des graines de crucifères. IV. Dosage de l'essence fournie par les graines de *Brassica juncea* : Cz et Cosson..... 534
Bunting (E. S.) et **Blackman (G. E.)**. — La culture des colzas et navettes de printemps comme plantes oléagineuses..... 534
Cloassen (C. F.), Ekdahl (W. G.) et **Severson (G. M.)**. — Estimation du pourcentage d'huile dans les graines de Carthame et rapports de ce pourcentage avec les enveloppes, le pourcentage d'azote, la grosseur des graines et le degré d'échimulation 165
Grummer (G.). — Contribution à l'analyse de la sensibilité de *Papaver somniferum* à *Helminthosporium papaveris*..... 535
Persson (B.). — Observations préliminaires sur la fréquence des abeilles sur le colza en 1949 535
Schwanitz (F.). — Recherches sur les plantes polyploïdes. VII. Sur la croissance des plantules diploïdes et tétraploïdes de moutarde blanche (Sinapis alba) et de navette (*Brassica rapa var. oleifera* M.)..... 165

4. — Plantes textiles

Boyle (R. H.). — Problème de la graine de lin après la guerre..... 166
Kuckuck (H.) et **Levan (A.)**. — Comparaison de lins diploïdes et tétraploïdes et de descendances de croisements entre lins tétraploïdes après un certain nombre d'années de sélection 712
Szymanek (J.). — Étude histologique de quelques variétés de lin..... 166

5. — Légumineuses fourragères

Ahlgren (G. H.) et **Fuelleman (R. F.)**. — Le trèfle *Ladino*..... 535
Anonyme. — Culture de la luzerne pour la graine dans l'Utha..... 166
Bignoli (D. P.). — Effets de la défoliation précoce sur les plantules de luzerne.. 362
Bingefors (S.). — Relations entre les conditions climatiques et les attaques de *Sclerotinia trifolii* à Ultuna, pendant les années 1930-1950..... 363

Boerger (A.). — Écologie de *Medicago sativa* L. en Amérique du Sud..... 167
Dussureaux (L.). — La formation des ovules en tant que facteur du grainage chez le Trèfle *Ladino* 535
Gosta Julen. — Le trèfle violet de Svalof « silo », un type nouveau de trèfle..... 536
Greenshields (J. E. R.). — Polyembryonie chez la luzerne..... 167
Grun (P.). — Variations dans la méiose de la luzerne..... 167
Hertzsch (W.). — Observations sur des formes polyploïdes de *Vicia villosa*..... 363
Kivimae (A.). — Composition chimique des trèfles violets di- et tétraploïdes..... 168
Koblet (R.). — De l'adaptation de différentes provenances et souches de Trèfle violet et hybride, à la production de fourrage en régions élevées..... 363
Pieters (A. J.), Henson (P. R.), Adams (W. E.) et **Barnett (A. P.).** — *Lespedeza sericea* et autres *Lespedeza* vivaces utilisés comme fourrages et contre l'érosion des sols 363
Pritchett (W. L.) et **Nelson (L. B.).** — Effets de l'intensité lumineuse sur la croissance de la luzerne et du Brome..... 362
Schieblich (J.). — Contribution à la sélection du sainfoin *Onobrychis viciae folia* Scop..... 373
Smith (D.). — Apparition de bourgeons adventices sur les racines de luzernes sélectionnées..... 168
Smith (D.). — Fluctuations saisonnières des réserves des racines de trèfle violet, *Trifolium pratense* L. 168
Smith (D.) et **Graber (L. F.).** — Comportement de souches régionales de luzerne *Ranger* 536
Thomson (J. R.). — Le Sainfoin lors de la première année de récolte..... 363
Thomson (R.). — Études des graines chez le sainfoin..... 536
Upchurch (R. P.) et **Lovvorn (R. L.).** — Comportement morphologique du système radiculaire de la luzerne en Caroline du Nord..... 536
Williams (W.). — Génétique de l'incompatibilité chez le trèfle hybride, *Trifolium hybridum*..... 168
Zurn (F.). — Luzerne ou mélanges Luzerne-graminées dans les régions alpestres.. 168

6. — Graminées fourragères

Bœker (P.). — Les associations végétales des prairies permanentes de la région de Bonn en rapport avec le mode d'exploitation et les conditions de milieu..... 364
Burton (G. W.). — Hybrides intra- et interspécifiques chez Cynodon..... 169
Burton (G. W.). — Faculté d'adaptation et de reproduction de graminées utilisables pour le Sud-Est des États-Unis..... 713
Corkill (L.). — Comparaison des méthodes utilisées pour tester la valeur des descendances de Ray-grass, relativement aux caractères quantitatifs..... 169
Cossu (A.). — Recherches sur les pâtures Sardes, et en particulier dans la région de Nuoro 536
Cowlishaw (S. J.). — L'effet des cages d'échantillonnage sur la récolte en fourrage. 537
Davies (R. O.), Milton (W. E. J.) et **Lloyd (J. R.).** — Productivité des pâtures dans les Mid-Wales. II. Modifications botaniques dans les parcelles expérimentales ; appétence et efficience des gazons 364
Evans (T. A.). — Rénovation d'une vieille culture de Dactyle S. 143, pour graines 169
Frischknecht (N. C.). — Germination et maintien de graminées spontanées dans l'Utah Central 170
Gorman (L. W.) et **Greenwood (R. M.).** — Effet de la teneur en humidité sur la viabilité des graines de Ray-grass d'Italie, au cours de la conservation..... 536
Griffiths (D. J.). — Possibilités de contamination des cultures de semences de Ray-grass anglais par le pollen transporté par le vent..... 170
Klapp (E.). — Rendement, enracinement et repousse d'un gazon soumis à des coupes et pâtures de fréquence variée..... 170
Love (A.). — Etudes préliminaires à la Sélection de *Poa irrigata* islandais 537
MacDonald (E. D.), Kalton (R. R.) et **Weiss (M. G.).** — Corrélations et variabilité relative dans des descendances d'autofécondation libre de clones sélectionnés de Brome 537
Newell (L. C.). — Contrôle du cycle végétatif du Brome inerme, son intérêt pour la sélection 713
Pickett (R. C.). — Variabilité des teneurs en protéine brute et en carotène, étude de leurs relations avec d'autres caractères chez le Brome (*Bromus inermis* Leys.). 171
Sears (P. D.). — La technique des mesures sur pâture..... 171

Smith (D. C.) et **Nielsen (E. L.)**. — Comparaisons de clones de *Poa pratensis* L., issus de bonnes et de pauvres prairies, pour la vigueur, la variabilité et la résistance aux maladies 171
Steppler (H. A.). — Étude de la lignification chez différentes espèces de graminées. 365
Thaine (R.) et **Heinrichs (D. H.)**. — Effet des coupes fréquentes sur la productivité et le développement radiculaire d'*Elymus junceus* cultivé en serre..... 714
Thomas (B.) et **Armstrong (R. H.)**. — La qualité des protéines de l'herbe déterminée par la méthode d'Osborne et Mendel 365
Vicar (Mac R. M.) et **Gibson (D. R.)**. — Effet de la forme d'Azote, du taux et de la méthode d'application sur la production de graines chez le Dactyle 789
Warmke (H. E.). — Recherches cytotaxonomiques sur quelques variétés de *Panicum maximum* et de *P. purpurascens* à Porto-Rico..... 171
Weiss (M. G.), Taylor (L. H.) et **Johnson (I. J.)**. — Corrélations entre le comportement dans les croisements et le rendement en clones de plantes de Dactyle. 538
Williams (S. S.). — L'effet du microclimat sur l'établissement de la Fléole..... 538

8. — Viticulture

Boubals (D.) et **Huglin (P.)**. — Étude de l'incompatibilité au greffage de certains cépages et du 57 R 172
Capucci (C.). — Les plants racines provenant de pépinières irriguées et leur utilisation dans les plantations viticoles 365
Chapin (W. E.), Hafenrichter (A. L.) et **Law (A. G.)**. — Comportement de variétés de Lotier corniculé dans les régions côtières du Pacifique Nord..... 366
Galet (P.). — Méthode de description et de classification des espèces, variétés et hybrides de vignes 366
Muller-Stoll (W. R.). — Variation de la couleur des grappes de raisin causée par la mutation..... 172
Poma Treccani (C.). — Action de l'acide naphtalène acétique et d'autres traitements dans le bouturage de la vigne, du pommier et du pêcher..... 172
Poma Treccani (C.). — Interaction de l'acide α-naphtalène acétique et du miel dans l'enracinement des boutures de vigne..... 173
Poma Treccani (C.). — Utilisation de la paraffine à bas point de fusion dans la greffe de la vigne sur table 173
Ponce (J.) et **Zuluaga (P. A.)**. — Contribution à l'étude de la biologie florale de la vigne à Mendoza 365
Pourcharesse (P.). — Étude expérimentale sur le bouturage et le greffage..... 173
Weaver (R. J.) et **Williams (W. O.)**. — Réaction des fleurs de raisin noir de Corinthe et des grappes de Thomson sans pépins après application d'hormones régulatrices de la croissance..... 366

9. — Plantes horticoles

Andrus (C. F.). — Un caractère utile dans l'étude de la pollinisation croisée chez la tomate..... 173
Carey (J.). — Destruction des plantes adventices des plantes potagères par voie chimique 173
Hawthorn (L. R.) et **Pollard (L. H.)**. — Sélection de semences de laitue, variété « Great Lakes », en vue d'un rendement supérieur..... 366
Lewis (C. A.). — L'influence de la longueur du jour sur la tubérisation, la floraison et la croissance des Bégonias tubéreux..... 366
Pryor (R. L.). — Techniques de l'autofécondation et de production des grains chez les Anthirrhinum autotétraploïdes..... 367
Schrœder (A.). — Hétérostylie et stérilité chez *Carissa grandiflora*..... 367
Sterling (I. D. E.). — Hérédité de la couleur de la chair et du comportement vis-à-vis de Plasmodiophora Brassicae chez le rutabaga 367
Warne (L. G. G.). — Essais d'écartement sur plantes potagères. IV. Rendement de betteraves *Globe* cultivées à douze écartements et fumées à deux intensités, au Cheschire en 1948 714
Wells (D. G.). — Hérédité et rapports de linkage d'un type aberrant « crinkled » chez le pois..... 174
Wester (R. E.), Jorgensen (H.). — Hétérosis chez le haricot du Cap, *Phaseolus lunatus* 174

II. — Divers

Dickey (H. C)., Plummer (B. E.) et **Banton (J. J.)**. — Valeurs alimentaires comparées de foin séché artificiellement et sur le champ..... 367
Jones (W.). — Infection des rameaux basaux de houblon par Rhizoctonia..... 538
Lancaster (R. J.). — Mesure de la quantité d'élément nutritifs prélevés par le pâturage du bétail et des moutons. I. Méthode de calcul de la digestibilité des pâtures basée sur la quantité d'azote contenue dans les matières fécales..... 367
Parks (N. M.). — Formalités nécessaires pour introduire de nouvelles variétés de pommes de terre au Canada 368

Le Directeur-Gérant : B. LACLAVIÈRE.

Imprimerie BUSSIÈRE à Saint-Amand (Cher), France. — 31-3-1953.
Dépôt légal : 1er *trimestre* 1953 *N° d'impression* : 869